



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0036083
(43) 공개일자 2012년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/00 (2006.01) G01S 5/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0097762

(22) 출원일자 2010년10월07일

심사청구일자 2010년10월07일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

유양모

경기도 고양시 일산서구 후곡로 60, 후곡3단지 307동 101호 (일산동)

송태경

서울특별시 서초구 신반포로33길 15, 105동 1403호 (잠원동, 동아아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

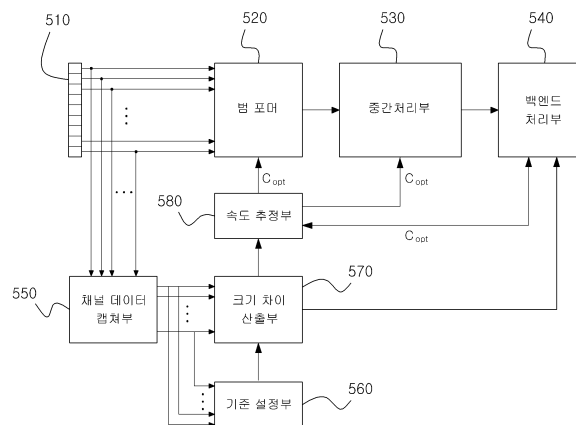
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 채널 데이터의 크기를 이용하여 초음파 속도를 추정하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 초음파 속도를 추정하는 방법에 관한 것으로서, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하고, 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하며, 매질에 따라 달라지는 초음파 속도를 추정하여 빔집속과 스캔 변환에 이용함으로써, 위상 왜곡을 최소화하고, SNR, 공간 해상도 및 콘트라스트 해상도가 개선된 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

장진호

서울특별시 양천구 신목로2길 11, 101동 302호 (신정동, 청구아파트)

이재진

서울특별시 마포구 성미산로 189-5, 401호 좌 (연남동)

특허청구의 범위

청구항 1

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계; 및

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계는,

상기 각 채널 데이터의 크기로부터 평균 채널 데이터 크기를 산출하고, 상기 산출된 평균 채널 데이터 크기와 상기 각 채널 데이터의 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계인 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 산출된 평균 채널 데이터 크기와 상기 각 채널 데이터의 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계는,

상기 산출된 평균 채널 데이터 크기를 기준으로 하여, 상기 각 채널 데이터 크기의 분산이 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계인 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계는,

상기 각 채널 데이터의 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계는,

상기 각 채널 데이터의 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기 차이의 절대값의 합이 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 6

제 4항 또는 제 5항에 있어서,

상기 기준 채널 데이터는 총 N개의 채널 중에서 가운데 있는 채널에 대응하는 채널 데이터인 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 7

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산

출하는 단계;

상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 디스플레이하는 단계; 및

상기 디스플레이된 초음파 속도별 각 채널 데이터 크기 간의 차이들 중에서 사용자로부터 선택된 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 상기 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되거나, 상기 각 채널 데이터 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기의 차이의 절대값의 합으로 산출되는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 9

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계;

상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 영상을 초음파 속도별로 디스플레이하는 단계; 및

상기 디스플레이된 초음파 속도별 초음파 영상들 중에서 사용자로부터 선택된 초음파 영상에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 상기 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되거나, 상기 각 채널 데이터 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기의 차이의 절대값의 합으로 산출되는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 11

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계; 및

상기 채널별 채널 데이터 크기의 분포가 가장 밀집되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 방법.

청구항 12

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계;

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계;

상기 추정된 최적의 초음파 속도에 대응하는 수신 집속 지연 시간을 상기 각 채널로 수신되는 채널 데이터에 적용하여 빔집속을 하는 단계;

상기 빔집속된 채널 데이터의 포락선을 검출하고, 상기 검출된 포락선을 로그 압축하는 단계; 및

상기 로그 압축한 포락선과 상기 추정된 초음파 속도를 이용하여 영상 장치에 표시할 영상점을 생성하고, 상기 생성된 영상점을 디스플레이하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 디스플레이 방법.

청구항 13

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산

출하는 크기 차이 산출부; 및

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 각 채널 데이터의 크기들로부터 평균 채널 데이터 크기를 산출하는 기준 설정부를 더 포함하고,

상기 크기 차이 산출부는 상기 산출된 평균 채널 데이터 크기와 상기 각 채널 데이터의 크기 간의 차이를 산출하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 15

제 13항에 있어서,

상기 크기 차이 산출부는 상기 각 채널 데이터의 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기 차이의 절대값의 합을 산출하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 16

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 크기 차이 산출부;

상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 디스플레이하는 디스플레이부; 및

상기 디스플레이된 초음파 속도별 각 채널 데이터 크기 간의 차이들 중에서 사용자로부터 선택된 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 상기 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되거나, 상기 각 채널 데이터 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기의 차이의 절대값의 합으로 산출되는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 18

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 크기 차이 산출부;

상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 영상을 초음파 속도별로 디스플레이하는 디스플레이부; 및

상기 디스플레이된 초음파 속도별 초음파 영상들 중에서 사용자로부터 선택된 초음파 영상에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 상기 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되거나, 상기 각 채널 데이터 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기의 차이의 절대값의 합으로 산출되는 것을 특징으로 하는 초음파 속도를 추정하는 장치.

청구항 20

초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산

출하는 크기 차이 산출부;

상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부;

상기 추정된 최적의 초음파 속도에 대응하는 수신 집속 지연 시간을 상기 각 채널로 수신되는 채널 데이터에 적용하여 빔집속을 하는 빔포머;

상기 빔집속된 채널 데이터의 포락선을 검출하고, 상기 검출된 포락선을 로그 압축하는 중간 처리부; 및

상기 로그 압축한 포락선과 상기 추정된 초음파 속도를 이용하여 영상 장치에 표시할 영상점을 생성하고, 상기 생성된 영상점을 디스플레이하는 백엔드 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 시스템.

청구항 21

제 1항 내지 제 12항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파 속도를 추정하는 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 매질 내 한 포인트에 대한 빔집속 시간지연 후 정렬된 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되는 초음파 속도를 추정함으로써, 위상왜곡((phase distortion 또는 phase aberration))을 최소화하고, 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, 이하, SNR), 해상도, 및 대조도를 향상시킬 수 있는 초음파 속도를 추정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 의료용 초음파 영상 시스템에서, 디지털 수신 빔집속 장치의 SNR과 공간 해상도(spatial resolution)를 향상시키는 것은 중요하다. 일반적으로 디지털 수신 빔집속 장치는 인체 내에서 1540 m/s의 일정한 속도로 움직이는 초음파를 가정한다.

[0003] 일정한 초음파 속도를 가정하는 경우 디지털 수신 빔집속을 수행하는 것이 간단하고, 실시간으로 빔집속을 수행할 수 있다. 그러나 실제로 인체 내에서의 초음파 속도는 대략 1450 m/s(지방 내)에서 1600 m/s(근육 내)를 넘는 속도에까지 이르는 범위를 가지고 변한다. 이와 같은 인체 내에서의 초음파 속도 변화로 인해 위상 왜곡이 생기게 된다.

[0004] 위상 왜곡은 SNR, 공간 해상도 및 콘트라스트 해상도에 영향을 미치고 결국 화질에 영향을 미치게 된다. 이러한 위상 왜곡에 의한 화질 저하는 과체중 환자나 지방이 많은 유방의 영상을 획득할 때 더욱 심화된다. 이는 지방 조직에서의 초음파 속도는 예상되는 인체 내 초음파 속도보다 현저히 낮기 때문이다.

[0005] 지금까지 많은 위상 왜곡 보정 방법이 제안되어 왔으나 공간 해상도와 콘트라스트 해상도가 가장 좋은 방법은 각 변환소자들에서의 정확한 위상 지연을 예측하여 보정하는 방법이다. 그러나 이 경우에는 복잡한 연산을 필요로 하고, 상호상관함수(cross-correlation function)를 이용하기 때문에 실시간으로 처리하기 어려우며, 성능이 우수한 2차원 어레이를 필요로 한다. 따라서 의료용 실시간 초음파 영상 시스템을 구현할 때 공간/콘트라스트 해상도 측면에서 가장 좋은 화질을 제공하도록 최적 평균 초음파 속도를 찾는 방법을 사용하는 것이 필요하다.

[0006] 이러한 위상 왜곡은 빔집속시 SNR, 공간 해상도 및 영상의 대조도를 저하시키는 요인이 된다. 따라서 관찰하고자 하는 조직 특성 및 종류에 따라 정확한 초음파 속도 추정을 통하여 위상 왜곡을 줄이고 영상의 화질을 개선할 필요가 있다.

[0007] 채널간의 상관관계(correlation) 또는 위상 추정(phase estimation)을 통한 위상 왜곡을 최소화하는 방법 등 최적의 초음파 속도를 추정하기 위한 방법은 지속적으로 연구되어 왔다. 빔집속의 경우 RF 데이터의 전송 레이트문제로 하드웨어로 구현하고 있으며, 이에 따라 연산량 및 하드웨어 코스트를 고려해야 한다. 채널 간의 상관관계 또는 위상 추정을 통한 초음파 속도 추정 방식의 경우 연산량 및 하드웨어 코스트가 많이 소모되므로 효율적인 구현이 어려운 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 하드웨어 복잡도를 최소로 하면서 위상 왜곡을 최소화하는 초음파 속도를 추정하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 하드웨어 복잡도를 최소로 하면서 위상 왜곡을 최소화하고, SNR, 공간 해상도 및 콘트라스트 해상도가 개선된 초음파 영상을 디스플레이할 수 있는 초음파 영상 디스플레이 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명이 해결하고자 하는 세 번째 과제는 하드웨어 복잡도를 최소로 하면서 위상 왜곡을 최소화하는 초음파 속도를 추정하는 장치를 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 네 번째 과제는 하드웨어 복잡도를 최소로 하면서 위상 왜곡을 최소화하고, SNR, 공간 해상도 및 콘트라스트 해상도가 개선된 초음파 영상을 디스플레이할 수 있는 초음파 영상 시스템을 제공하는 것이다.
- [0012] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계; 및 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정방법을 제공한다. 즉, 상기 채널별 채널 데이터 크기의 분포가 가장 밀집되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것이 바람직하다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것은 상기 각 채널 데이터의 크기로부터 평균 채널 데이터 크기를 산출하고, 상기 산출된 평균 채널 데이터 크기와 상기 각 채널 데이터의 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것일 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 산출된 평균 채널 데이터 크기와 상기 각 채널 데이터의 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것은 상기 산출된 평균 채널 데이터 크기를 기준으로 하여, 상기 각 채널 데이터 크기의 분산이 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 각 채널 데이터의 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것은 상기 산출된 평균 채널 데이터 크기를 기준으로 하여, 상기 각 채널 데이터 크기의 분산이 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것은 상기 각 채널 데이터의 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기 차이의 절대값의 합이 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것일 수 있다.
- [0018] 이때, 상기 기준 채널 데이터는 총 N개의 채널 중에서 가운데 있는 채널에 대응하는 채널 데이터인 것이 바람직하다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계; 상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 디스플레이하는 단계; 및 상기 디스플레이된 초음파 속도별 각 채널 데이터 크기 간의 차이들 중에서 사용자로부터 선택된 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정방법을 제공한다.
- [0020] 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 상기 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되거나, 상기 각 채널 데이터 크기와 기 설정된 기준 채널 데이터 크기의 차이의 절대값의 합으로 산출될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계; 상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 영상을 초음파 속도별로 디스플레이하는 단계; 및 상기 디스플레이된 초음파 속도별

초음파 영상들 중에서 사용자로부터 선택된 초음파 영상에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정방법을 제공한다.

[0022] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 단계; 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계; 상기 추정된 최적의 초음파 속도에 대응하는 수신 집속 지연 시간을 상기 각 채널로 수신되는 채널 데이터에 적용하여 빔집속을 하는 단계; 상기 빔집속된 채널 데이터의 포락선을 검출하고, 상기 검출된 포락선을 로그 압축하는 단계; 및 상기 로그 압축한 포락선과 상기 추정된 초음파 속도를 이용하여 영상 장치에 표시할 영상점을 생성하고, 상기 생성된 영상점을 디스플레이하는 단계를 포함하는 초음파 영상 디스플레이 방법을 제공한다.

[0023] 본 발명은 상기 세 번째 과제를 달성하기 위하여, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 크기 차이 산출부; 및 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부를 포함하는 초음파 속도를 추정하는 장치를 제공한다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 크기 차이 산출부; 상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 디스플레이하는 디스플레이부; 및 상기 디스플레이된 초음파 속도별 각 채널 데이터 크기 간의 차이들 중에서 사용자로부터 선택된 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부를 포함하는 초음파 속도를 추정하는 장치를 제공한다.

[0025] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 크기 차이 산출부; 상기 초음파 속도의 변화에 따른 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이에 대응하는 초음파 영상을 초음파 속도별로 디스플레이하는 디스플레이부; 및 상기 디스플레이된 초음파 속도별 초음파 영상들 중에서 사용자로부터 선택된 초음파 영상에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부를 포함하는 초음파 속도를 추정하는 장치를 제공한다.

[0026] 본 발명은 상기 네 번째 과제를 달성하기 위하여, 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출하는 크기 차이 산출부; 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 속도 추정부; 상기 추정된 최적의 초음파 속도에 대응하는 수신 집속 지연 시간을 상기 각 채널로 수신되는 채널 데이터에 적용하여 빔집속을 하는 빔포머; 상기 빔집속된 채널 데이터의 포락선을 검출하고, 상기 검출된 포락선을 로그 압축하는 중간 처리부; 및 상기 로그 압축한 포락선과 상기 추정된 초음파 속도를 이용하여 영상 장치에 표시할 영상점을 생성하고, 상기 생성된 영상점을 디스플레이하는 백엔드 처리부를 포함하는 초음파 영상 시스템을 제공한다.

[0027] 본 발명은 상기 다섯 번째 과제를 달성하기 위하여, 본 발명은 상기된 초음파 속도를 추정하는 방법과 초음파 영상 디스플레이 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따르면, 매질에 따라 달라지는 초음파 속도를 추정하여 빔집속과 스캔 변환에 이용함으로써, 위상 왜곡을 최소화하고, SNR, 공간 해상도 및 콘트라스트 해상도가 개선된 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 연산량 및 하드웨어 코스트를 최소화하면서, 최적의 초음파 속도를 찾을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 균일 매질에서 빔집속 신호를 생성하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 2는 불균일 매질에서 빔집속 신호를 생성하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 3은 최적의 초음파 속도를 빔집속에 적용할 때, 3개의 채널 데이터에 각 채널별 시간지연을 적용한 결과를 나타낸 것이다.

도 4는 잘못된 초음파 속도가 빔집속에 적용할 때, 3개의 채널에 각 채널별 시간지연을 적용한 결과를 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 시스템의 블록도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 분산을 이용한 크기 차이 산출부(570)와 기준 설정부(560)의 실제 구현 예를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 크기 차이 산출부(570)의 실제 구현 예를 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라 포인트 타겟 영역에 대한 초음파 속도를 추정한 결과를 나타낸 것이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 스펙클 영역에 대한 초음파 속도를 추정한 결과를 나타낸 것이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 속도를 추정하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방향의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 속도를 추정하는 방법은 초음파 속도를 다르게 하면서, 각 초음파 속도별로 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널 데이터의 크기를 산출한 다음, 상기 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 최소가 되도록 하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.
- [0032] 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 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. 아울러 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0033] 도 1은 균일 매질에서 빔집속 신호를 생성하는 과정을 나타낸 것이고, 도 2는 불균일 매질에서 빔집속 신호를 생성하는 과정을 나타낸 것이다.
- [0034] 도 1과 도 2를 참조하여, 균일 매질과 불균일 매질에서 빔집속 신호를 생성하는 방법을 살펴보기로 한다.
- [0035] 의료용 초음파 영상 시스템의 경우, 도 1과 같이 초음파의 속도와 반사되어 돌아오는 시간을 통해 물체와의 거리를 계산한 후, 시간 지연을 통해 빔집속을 수행하게 된다.
- [0036] 초음파 신호가 각 변환 소자에서 출발하여 반사 물체에 도달한 후 반사되고, 다시 변환소자에 이르는 거리가 각 변환 소자로 수신되는 반사신호마다 다르기 때문에 위상 보상이 필요하다. 이때, 균일 매질을 통과하는 초음파 신호는 지연시간이 거리에 비례하므로 예측이 간단하나 불균일 매질을 통과하는 초음파 신호는 매질에 따라 초음파 속도가 달라지므로 지연시간이 거리에만 비례하지는 않는다. 이에 대하여 보다 상세하게 살펴보면 다음과 같다.
- [0037] 변환 소자로 수신된 다음, 지연 시간이 적용된 지연 신호 $x_i(t)$ 는 다음의 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$x_i(t) = a_i(t - d_i + \tau_i) \cos(2\pi f_0(t - d_i + \tau_i))$$

- [0038]
- [0039] i 는 각 변환 소자의 채널에 대응하는 채널 인덱스, $a_i(t)$ 는 반사 물체로부터 반사되어 수신된 신호의 포락선(envelope), d_i 는 변환 소자로부터 반사 물체까지의 거리와 인체 조직 내에서의 초음파 속도에 의해 결정되는 지연 시간, τ_i 는 수신 집속 지연 시간, f_0 는 중심 주파수이다. 물리적인 의미로 살펴보면, d_i 는 초음파가 인체 조직 내에서 진행한 결과 실제 지연된 시간을 나타내고 τ_i 는 이론상 계산된 지연시간을 나타낸다.
- [0040] i 번째 채널의 수신 집속 지연 시간 τ_i 는 다음의 수학식 2에 의하여 계산된다.

수학식 2

$$\tau_i = \frac{\sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2} - R}{c}$$

[0041]

[0042]

여기서, (x, z) 는 집속점(focusing point)의 좌표이고, (x_i, z_i) 는 변환 소자의 좌표이며, R 은 변환 소자와 집속점 사이의 거리이다. c 는 대부분의 초음파 영상 시스템에서 초음파 속도로 가정하는 1540 m/s이다.

[0043]

일반적으로 디지털 수신 빔 집속 장치는 인체 내에서 1540m/s의 일정한 초음파 진행 속도를 가정하여 빔 집속을 수행한다. 하지만, 실제로 인체 내에서의 초음파 속도는 1400m/s(지방)부터 1600m/s(근육)까지 다양한 값을 가진다. 따라서, 고정된 초음파 속도를 가정하여 빔 집속을 수행할 경우, 도 2와 같이 위상 왜곡(phase distortion)이 일어나게 되는 것이다.

[0044]

초음파가 1540 m/s의 속도로 진행하는 균일 매질에 있어서, 반사 물체로부터 반사된 신호들은 도 1에 도시된 바와 같이 원형의 파면을 따라 정렬된다. 이 정렬된 반사된 신호들에 각 채널별로 해당하는 수신 집속 지연 시간 τ_i 을 적용하여 합하면 수신 집속 지연된 수신 신호인 빔집속 신호를 생성할 수 있다. 균일 매질의 경우에 수학식 1에서의 $d_i - \tau_i$ 는 0이 될 것이다.

[0045]

반면, 불균일 매질의 경우에는 변환 소자로 되돌아오는 초음파의 속도가 달라져서, 수학식 1에서의 $d_i - \tau_i$ 는 0이 되지 않는다. 그 결과 각 채널별로 수신된 반사된 신호를 수신 집속 지연 시간을 적용하여 합하면 왜곡된 수신 신호가 형성되며, 디포커싱된다.

[0046]

도 2를 참조하면, 변환 소자로부터 반사 물체까지의 진행하는 초음파 속도가 각 반사 신호마다 다른 경우 빔집속된 결과에 위상 왜곡이 발생하는 것을 알 수 있다. 실제 초음파 의료 영상 기기에서 빔집속 과정을 수행하는 경우 균일 매질보다는 불균일 매질일 경우를 가정하여 수행할 필요가 있으므로, 이러한 가정에 위상 왜곡을 줄일 수 있는 방법이 필요하다.

[0047]

본 발명의 일 실시예에 따르면, 영상에서 ROI(region of interest)를 설정하고, 초음파 속도를 일정 범위 내에서 변화시켜 가며, 비용함수(cost function)가 최소가 되는 초음파 속도를 찾는 방법을 제공한다. 본 발명에서의 비용 함수는 한 포인트에 대한 각 채널별 데이터 크기의 분산(variance)을 예로서 제시하였다. 그러나 각 채널별 데이터 크기의 분포가 밀집되어 있는 정도를 측정할 수 있는 함수이면, 어떠한 것이든 비용 함수로 사용할 수 있을 것이다. 최적의 초음파 속도를 빔집속에 적용하여 각 채널별 시간 지연을 적용한 결과는 위상 왜곡을 최소화할 수 있을 것이다.

[0048]

도 3은 최적의 초음파 속도를 빔집속에 적용할 때, 3개의 채널 데이터에 각 채널별 시간지연을 적용한 결과를 나타낸 것이다.

[0049]

한 포인트에 대한 각 채널별 시간지연 적용 결과를 살펴보면, 각 채널별 데이터 크기의 분산이 거의 없는 것을 확인할 수 있다.

[0050]

반면에 최적의 초음파 속도가 적용되지 않은 경우 각 채널별 시간지연 적용 결과는 큰 위상왜곡을 가지게 될 것이다.

[0051]

도 4는 잘못된 초음파 속도가 빔집속에 적용할 때, 3개의 채널에 각 채널별 시간지연을 적용한 결과를 나타낸 것이다.

[0052]

한 포인트에 대한 각 채널별 시간지연 적용 결과를 살펴보면, 각 채널별 데이터 크기의 분산이 도 3에 비해 매우 큰 것을 확인할 수 있다.

[0053]

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 시스템의 블록도이다.

[0054]

도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 시스템은 변환 소자부(510), 빔포머(520), 중간 처리부(530), 백엔드 처리부(540), 채널 데이터 캡처부(550), 기준 설정부(560), 크기 차이 산출부(570), 및 속도

추정부(580)로 구성된다.

- [0055] 변환 소자부(510)는 전기 신호를 초음파 신호로 바꾸어 물체로 송신하고, 물체로부터 반사되는 초음파 신호를 수신하여 각 채널별 채널 데이터들을 생성한다.
- [0056] 빔포머(520)는 각 채널별 채널 데이터들을 수신 집속 지연 시간을 고려하여 집속한 빔집속 신호를 생성한다. 수신 집속 지연 시간은 매질을 통과하는 초음파 신호의 속도에 따라 달라진다. 따라서 빔포머(520)는 속도 추정부(580)로부터 각 채널 데이터 크기 간의 차이가 가장 작은 초음파 속도를 수신하고, 수신된 초음파 속도를 이용하여 빔집속을 수행하는 것이 바람직하다. 다른 실시예로서, 빔포머(520)는 백엔드 처리부(540)에서 디스플레이된 영상 중 사용자가 선택한 영상에 대응하는 초음파 속도를 이용하여 빔집속을 수행할 수도 있다.
- [0057] 중간 처리부(530)는 생성된 빔집속 신호에 대하여 포락선 신호를 검출하고, 검출된 포락선 신호에 로그 압축을 수행한다. 중간 처리부(530)는 백엔드 처리부(540)가 디스플레이하기 이전에 초음파 영상 시스템이 수행하는 다른 기능들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 중간 처리부(530)는 컬러 도플러(color doppler) 초음파를 이용하여 혈류의 속도를 추정하는 기능을 포함할 수 있는데, 이러한 경우, 속도 추정부(580)로부터 최적의 초음파 속도를 수신하고, 수신된 최적의 초음파 속도를 혈류의 속도를 추정하는데 사용할 수 있다.
- [0058] 백엔드 처리부(540)는 로그 압축을 수행한 결과를 수신하여 화면에 디스플레이한다. 이때, 백엔드 처리부(540)는 속도 추정부(580)로부터 최적의 초음파 속도를 수신하고, 수신된 최적의 초음파 속도를 디스플레이할 때 스캔 변환하는데 이용한다. 초음파 속도에 따라 영상 깊이가 달라지므로, 백엔드 처리부(540)는 속도 추정부(580)에서 추정된 최적의 초음파 속도를 수신하여 스캔 변환에 이용하는 것이 바람직하다.
- [0059] 다른 실시예로서 백엔드 처리부(540)는 크기 차이 산출부(570)로부터 초음파 속도의 변화에 따른 채널 데이터 크기 간의 차이를 수신하고, 수신된 채널 데이터 크기 차이를 초음파 속도와 대응시켜 도 8과 도 9와 같은 그래프로 표현할 수 있다. 이후 사용자가 그래프로부터 가장 바람직하다고 생각하는 크기 차이 또는 초음파 속도를 선택하면, 선택된 크기 차이 또는 초음파 속도를 속도 추정부(580)로 송신한다. 여기서 채널 데이터 크기 간의 차이는 각 채널 데이터 크기 간 분산으로 산출되거나 각 채널 데이터 크기 간 차이를 절대값하여 합한 결과로 산출될 수 있다.
- [0060] 또 다른 실시예로서, 백엔드 처리부(540)가 각 초음파 속도에 대응하는 각각의 영상을 디스플레이한 뒤 사용자가 선택한 영상에 대응하는 초음파 속도를 속도 추정부(580)로 송신할 수 있다.
- [0061] 채널 데이터 캡처부(550)는 관심 영역 내 채널 데이터를 캡처한다. 빔포머(520)가 스캔 라인 하나의 데이터를 저장하는 반면, 채널 데이터 캡처부(540)는 관심 영역 내의 모든 스캔 라인에 대한 데이터를 포함할 수 있다.
- [0062] 다른 실시예로서, 채널 데이터 캡처부(550)가 빔포머(520)의 일 구성요소로 포함되도록 할 수 있으며, 이 경우 크기 차이 산출부(570)는 빔포머(520)로부터 채널 데이터를 수신하게 된다.
- [0063] 기준 설정부(560)는 채널 데이터 캡처부(550)로부터 ROI 내 채널 데이터를 수신하고, 평균 채널 데이터를 설정한다. 설정된 평균 채널 데이터는 크기 차이 산출부(570)로 전달된다.
- [0064] 크기 차이 산출부(570)는 채널 데이터 캡처부(550)로부터 ROI 내 채널 데이터를 수신하고, 수신된 채널 데이터로부터 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 산출한다. 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 기준 설정부(560)으로부터 수신한 평균 채널 데이터를 이용하여 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되거나 각 채널 데이터 크기 간의 차이의 절대값을 합한 결과로 산출될 수 있다. 크기 차이 산출부(570)로 입력되는 채널 데이터는 빔포머(520) 또는 채널 데이터 캡처부(550)에 의해 수신 집속 지연 시간이 적용된 것이 바람직하다.
- [0065] 속도 추정부(580)는 크기 차이 산출부(570)로부터 초음파 속도별로 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 수신하고, 수신된 각 채널 데이터 크기 간의 차이 중에서 가장 작은 크기 차이에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.
- [0066] 각 채널 데이터 크기 간의 차이는 각 채널 데이터 크기의 분산으로 산출되는 것이 바람직하다. 속도 추정부(580)에서 추정된 최적의 초음파 속도는 수신 집속 지연 시간을 계산하는 빔포머(520), 스캔 변환을 하는 백엔드 처리부(540)에 제공되고, 혈류 속도를 추정하는 경우와 같이 중간 처리부(530)가 초음파 속도를 사용할 경우 중간 처리부(530)로도 최적의 초음파 속도가 제공되는 것이 바람직하다.
- [0067] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 분산을 이용한 크기 차이 산출부(570)와 기준 설정부(560)의 실제 구현 예를 도시한 것이다.

[0068] 도 6을 참조하면, 비용 함수를 한 포인트에 대한 각 채널별 데이터 크기의 분산으로 정의하고, 비용 함수가 최소가 되는 초음파 속도를 매질에 따른 최적의 초음파 속도로 추정할 수 있다. N개 채널의 경우 각 채널 데이터 크기 변수 X에 대한 분산을 구하는 수식은 다음의 수학적 식 3과 같으며 그 구조는 도 6에 도시된 바와 같다.

수학적 식 3

[0069]
$$\text{var} = E[\{X - E(X)\}^2]$$

[0070] N개 채널의 데이터 크기에 대한 분산을 하드웨어로 구현할 경우 평균값을 구하기 위한 평균값 생성부, 제공연산을 하기 위한 N개의 곱셈부 등이 필요하므로, 연산량 및 하드웨어 코스트가 많이 소요된다.

[0071] 초기 초음파 속도에서 증가하기 시작하여 사전에 설정된 최대 초음파 속도에 이르기까지 비용함수를 반복하여 계산한다. 이와는 반대로 최대 초음파 속도에서 감소하기 시작하여 최소 초음파 속도에 이르기까지 각 채널 데이터 크기의 분산 산출을 반복할 수도 있다. 그러나 하드웨어 구성은 도 6에 도시된 구성에 한정되지 아니하며, 초음파 구간 내의 초음파 속도에 대하여 각 채널 데이터 크기의 분산을 산출하는 구성은 모두 가능할 것이다.

[0072] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 크기 차이 산출부(570)의 실제 구현 예를 도시한 것이다.

[0073] 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 속도 추정장치는 한 포인트에 대한 각 채널 데이터 크기의 정확한 분산값을 찾고자 하는 것이 아니라 한 포인트에 대한 각 채널 데이터가 얼마나 퍼져있는가에 대한 양상을 찾고자 하는 것이다. 이에 따른 수식은 다음의 수학적 식 4와 같다

수학적 식 4

[0074]
$$\text{비용함수} = \text{sum}\{\text{abs}(X - X_{ref})\}$$

[0075] X는 각 채널의 데이터를 의미하고, X_{ref} 는 N개의 채널 중 기준이 되는 한 채널의 데이터를 의미한다. 이 수식을 통해 기준점 X_{ref} 를 기준으로 얼마나 퍼져있는가에 대한 양상을 확인할 수 있다.

[0076] 도 7은 N개 채널에 대해 X_{ref} 를 N/2번째 채널 값으로 잡은 경우 비용 함수를 구하기 위한 하드웨어 구조를 나타낸다.

[0077] 이 하드웨어 구조에서는 곱셈부 및 평균값을 구하기 위한 연산부가 없어 분산을 구하는 방법에 비해 하드웨어 복잡도가 훨씬 적게 드는 것을 확인할 수 있다.

[0078] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 포인트 타겟 영역에 대한 초음파 속도를 추정한 결과를 나타낸 것이다.

[0079] 초음파 속도가 약 1470~1480m/s인 속도를 가지는 팬텀에서 컨벡스 어레이(Convex array)를 사용하여 얻은 데이터를 이용하여 실험하였다.

[0080] ROI 영역은 도 8에서는 포인트 타겟 영역, 도 9에서는 스펙클 영역 두 가지로 나누어 실험하였으며, 초음파 속도는 1400m/s부터 1600m/s까지 10m/s간격으로 적용시켜 가며 비용 함수가 최소가 되는 초음파 속도를 찾았다.

[0081] 도 8을 참조하면, 포인트 타겟 영역에 대한 실험 결과, 분산을 이용하여 초음파 속도를 추정한 결과와 수학적 식 4에 따른 비용함수를 이용하여 추정한 결과 모두 1470m/s로 최적의 초음파 속도를 찾은 것을 확인할 수 있다.

[0082] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 스펙클 영역에 대한 초음파 속도를 추정한 결과를 나타낸 것이다.

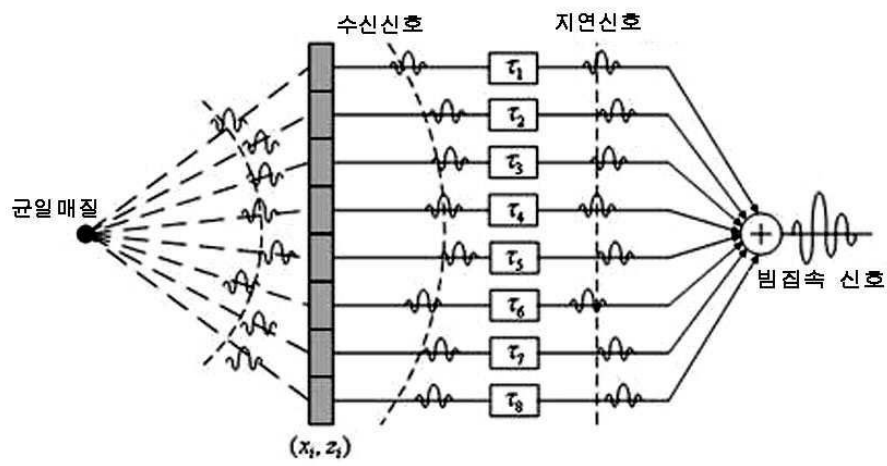
[0083] 도 9를 참조하면, 분산을 이용하여 초음파 속도를 추정한 결과는 1470m/s를 추정하였고, 수학적 식 4에 따른 비용함수를 이용하여 추정한 결과는 1480m/s를 추정하였다.

[0084] 본 발명에서 개시한 초음파 속도를 추정하는 방법은 매질에서 진행하는 최적의 초음파 속도를 추정하고 이를 빔 집속에 사용함으로써 영상의 해상도 및 대조도를 높이기 위한 방법이다. 실험결과 최적의 초음파 속도를 추정할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 적은 양의 하드웨어 리소스로 구현이 가능함을 확인할 수 있었다.

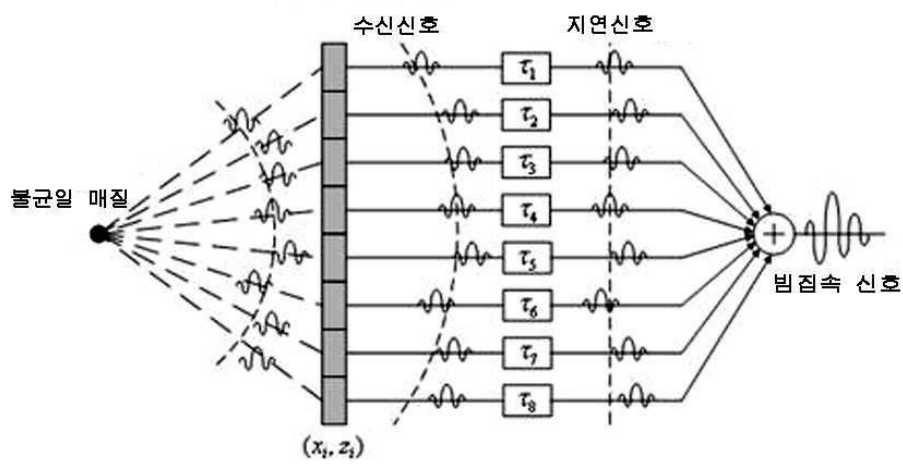
- [0085] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 속도를 추정하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0086] 1000단계에서 초음파 영상 시스템은 디스플레이하고자 하는 관심 영역을 선택한다.
- [0087] 1010단계에서 초음파 영상 시스템은 선택된 관심 영역의 채널 데이터를 변환 소자로부터 캡처한다. 관심 영역 내의 모든 스캔 라인에 대해서 각 채널로 수신되는 채널 데이터를 캡처하는 것이 바람직하다.
- [0088] 1020단계에서 초음파 영상 시스템은 초기 초음파 속도를 설정한다. 실제로 인체 내에서의 초음파 속도가 대략 1450 m/s(지방 내)에서 1600 m/s(근육 내)를 넘는 속도에까지 이르는 범위를 가지고 변한다고 할 때, 초기 초음파 속도를 1450 m/s으로 설정하고, 10 m/s씩 증가하면서 최대 초음파 속도까지 크기 분산을 산출할 수 있다.
- [0089] 1030단계에서 초음파 영상 시스템은 설정된 초음파 속도로부터 수신 집속 지연 시간을 계산하고, 계산된 수신 집속 지연 시간을 각 채널로 수신되는 채널 데이터에 적용한다. 수신 집속 지연 시간은 수학적 2와 같이 초음파 속도로부터 계산될 수 있다.
- [0090] 1040단계에서 초음파 영상 시스템은 수신 집속 지연 시간이 적용된 각 채널로 수신되는 채널 데이터의 크기를 산출한다.
- [0091] 1050단계에서 초음파 영상 시스템은 각 채널 데이터의 크기를 이용하여 각 채널 데이터 크기 간의 차이를 산출한다.
- [0092] 1060단계에서 초음파 영상 시스템은 초음파 속도가 최대 설정 초음파 속도보다 빠르지 판단한다. 최대 설정 초음파 속도보다 빠르지 않은 경우 1070단계로 진행하고, 최대 설정 초음파 속도보다 빠른 경우 1080단계로 진행한다.
- [0093] 1070단계에서 초음파 영상 시스템은 초음파 속도를 소정의 속도 증가분만큼 증가시켜 새로운 초음파 속도를 설정하고, 1030단계로 진행한다.
- [0094] 1080단계에서 초음파 영상 시스템은 1050단계에서 산출된 소정의 초음파 속도 구간 내 초음파 속도별 각 채널 데이터 크기 간의 차이들 중에서 최소 크기 차이에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.
- [0095] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 영상 디스플레이 방법은 이상에서와 같이 최적의 초음파 속도를 추정한 다음, 추정된 최적의 초음파 속도에 대응하는 수신 집속 지연 시간을 채널 데이터에 적용하여 빔집속을 수행한다. 빔집속된 채널 데이터의 포락선을 검출하고, 검출된 포락선을 로그 압축한 다음, 로그 압축한 포락선과 추정된 초음파 속도를 이용하여 영상 장치에 표시할 영상점을 생성하고, 초음파 영상을 사용자에게 디스플레이하게 된다.
- [0096] 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.
- [0097] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

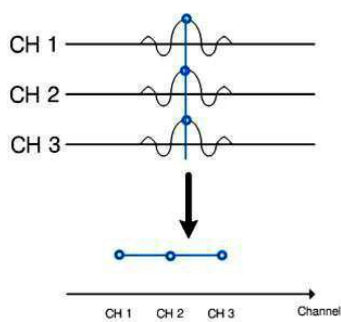
도면1



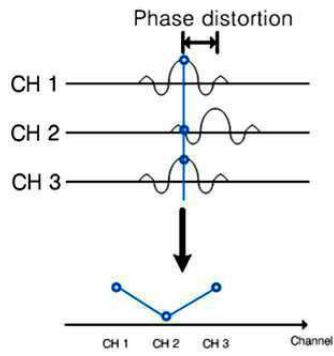
도면2



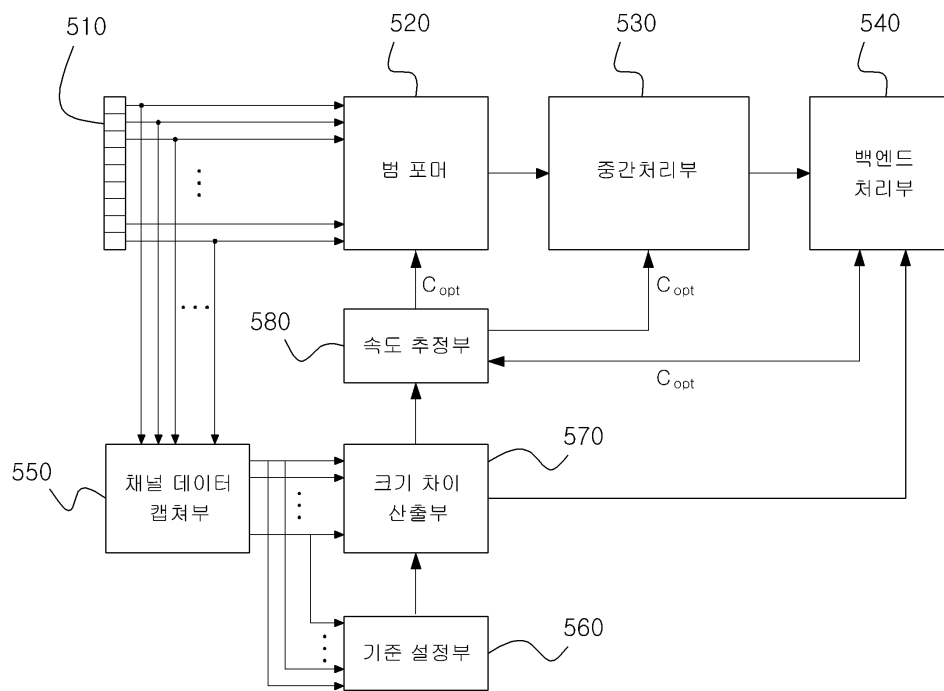
도면3



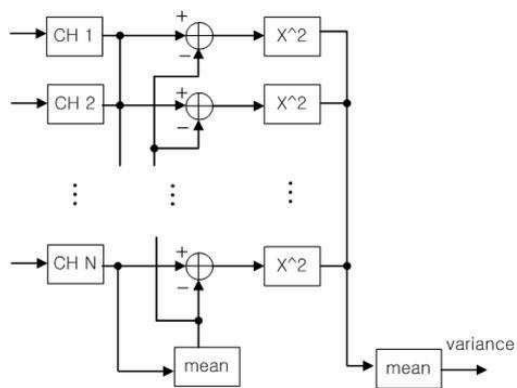
도면4



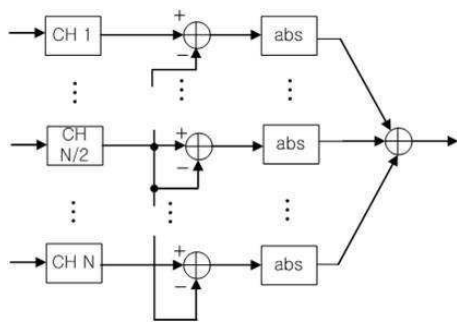
도면5



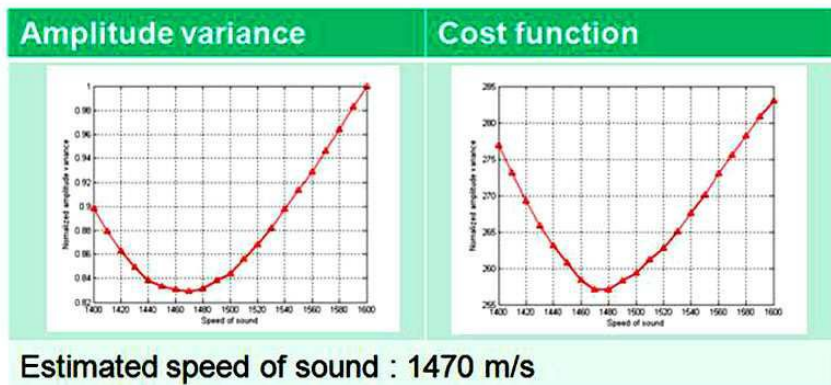
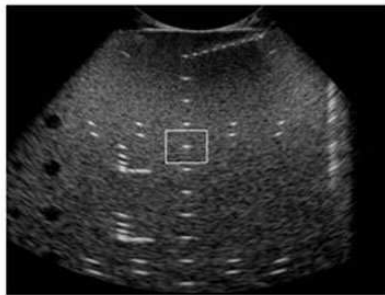
도면6



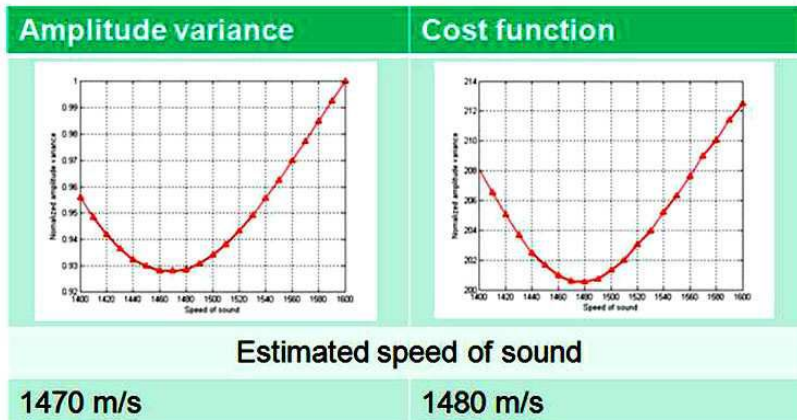
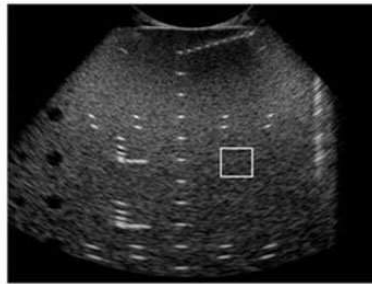
도면7



도면8



도면9



도면10

