



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월23일
(11) 등록번호 10-1298936
(24) 등록일자 2013년08월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/00 (2006.01) G01S 15/58 (2006.01)

G01S 15/89 (2006.01) G01S 1/72 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0028857

(22) 출원일자 2012년03월21일

심사청구일자 2012년03월21일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110096443 A

KR101098966 B1

KR1020110094756 A

JP2008264531 A

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

장진호

서울특별시 양천구 신정2동 336번지 청구아파트 101동 302호

강지운

서울특별시 마포구 신정동 서강 LG 아파트 105-1501

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 12 항

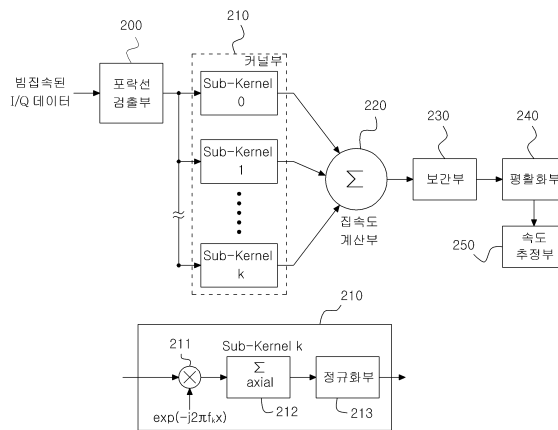
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 **측방향 공간 주파수 특성 기반 최적 초음파 속도 추정 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 초음파 속도 추정 장치에 관한 것으로서 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 포락선 검출부, 포락선으로부터 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 측방향 주파수별로 출력하는 커널부, 및 커널부로부터 출력된 측방향 주파수를 합산하여 특정 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산하는 집속도 계산부를 포함하고, 소정의 초음파 속도 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산한 후, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하며, 최적의 초음파 속도를 추정하여 영상 복원에 사용함에 따라 향상된 공간 해상도 및 대조도와 낮은 노이즈 준위를 갖는 영상을 얻을 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

유양모

경기도 고양시 일산서구 일산3동 후곡3단지 307동
101호

송대경

서울특별시 종로구 평창동 롯데캐슬 로잔 106-402

배수아

서울특별시 서초구 서초1동 1636-1번지 한일아파트
902호

특허청구의 범위

청구항 1

특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 포락선 검출부;
 상기 포락선으로부터 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 측방향 주파수별로 출력하는 커널부; 및
 상기 커널부로부터 출력된 측방향 주파수를 합산하여 상기 특정 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산하는 집속도 계산부를 포함하고,
 소정의 초음파 속도 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산한 후, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,
 상기 커널부는 복수의 측방향 주파수에 대응하는 복수의 서브 커널들을 포함하고,
 상기 복수의 서브 커널들은,
 상기 검출된 포락선에 포함된 k번째 측방향 주파수 성분을 추출하는 주파수 성분 추출부; 및
 상기 추출된 측방향 주파수 성분을 측방향을 따라 합산하는 측방향 주파수 합산부를 각각 포함하고,
 상기 집속도 계산부는 상기 서브 커널별로 합산된 측방향 주파수 성분을 이용하여 상기 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,
 상기 선택된 복수의 초음파 속도들은 상기 소정의 초음파 속도 구간 내에서 균일한 간격 또는 불균일한 간격으로 선택된 초음파 속도인 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 4

제2 항에 있어서,
 상기 복수의 서브 커널들은,
 상기 측방향 주파수 합산부로부터 출력된 측방향 주파수 성분을 정규화하는 정규화부를 더 포함하고,
 상기 정규화부는 정규화된 측방향 주파수 성분을 집속도 계산부로 출력하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 5

특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 포락선 검출부;
 상기 검출된 포락선으로부터 측방향 공간 주파수에 대한 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 생성하는 측방향 주파수 변환부;
 측방향을 따라 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합산하는 합산부;
 상기 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 정규화하여 상기 측방향 공간 주파수에 대한 측방향 공간 스펙트럼을 생성하는 스펙트럼 정규화부;
 소정의 측방향 공간 주파수 대역에 대하여 상기 측방향 공간 스펙트럼으로부터 도출되는 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합하여 집속도를 계산하는 집속도 계산부; 및

상기 집속도 계산부로부터 계산된 초음파 속도별 집속도 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 합산부로부터 출력된 측방향 공간 주파수의 크기를 상기 측방향 주파수 변환부에서 사용한 샘플 갯수로 나누는 평균 연산부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 로그 스케일로 압축하는 로그 압축부를 더 포함하고,

상기 로그 스케일로 압축된 측방향 공간 주파수의 크기를 상기 스펙트럼 정규화부로 전달하여 정규화하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 8

제5 항에 있어서,

상기 집속도 계산부는 상기 소정의 측방향 공간 주파수 대역 내의 일정한 간격마다 측방향 공간 주파수를 선택하고, 상기 선택된 측방향 공간 주파수에 대응하는 측방향 공간 스펙트럼 값을 합하여 집속도를 계산하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 9

제5 항에 있어서,

상기 집속도 계산부는 상기 소정의 측방향 공간 주파수 대역 내에서 일정하지 않은 간격으로 측방향 공간 주파수를 복수 개 선택하거나, 임의의 측방향 공간 주파수를 복수 개 선택하고, 상기 선택된 측방향 공간 주파수에 대응하는 측방향 공간 스펙트럼 값을 합하여 집속도를 계산하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치.

청구항 10

특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 단계;

상기 포락선으로부터 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 측방향 주파수별로 출력하는 단계;

상기 출력된 측방향 주파수의 크기를 합산하여 상기 특정 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산하는 단계; 및
소정의 초음파 속도 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산한 후, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정 방법.

청구항 11

특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 단계;

상기 검출된 포락선으로부터 측방향 공간 주파수에 대한 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 생성하는 단계;

측방향을 따라 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합산하는 단계;

상기 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 정규화하여 상기 측방향 공간 주파수에 대한 측방향 공간 스펙트럼을 생성하는 단계;

소정의 측방향 공간 주파수 대역에 대하여 상기 측방향 공간 스펙트럼으로부터 도출되는 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합하여 집속도를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 초음파 속도별 집속도 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정 방법.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파 속도 추정 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 최적의 초음파 속도를 추정하여 영상 복원에 사용함에 따라 향상된 공간 해상도 및 대조도와 낮은 노이즈 준위를 갖는 영상을 제공하는 초음파 속도 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 유방 조직 내부의 미세 석회화 조직은 유방암 조기 진단에 중요한 지표로써 이용되지만, 기존 X-ray mammography는 과도한 X-ray 노출로 사용이 제한되고 초음파 영상은 낮은 민감도로 인하여 진단에 어려움이 있다.

[0003] 최근 각광받고 있는 광 음향 영상 기법은 인체에 무해하면서도 기능성 영상을 제공할 수 있어 실제 임상 적용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존 광 음향 영상의 빔 집속 과정에서는 인체 내 초음파의 진행 속도를 지정한 값으로 고정하기 때문에, 비균일한 초음파 속도를 갖는 인체 조직에서는 각 채널의 지연시간 보상 오차가 발생하여 공간 해상도, 노이즈 준위 등 영상의 질이 저하될 수 있다. 따라서 미세 석회화를 정확하게 관찰하기 위해서는 최적의 초음파 속도를 추정할 필요가 있다.

[0004] 기존 초음파 영상 진단 시스템은 초음파 진행 속도를 1540 m/s로 가정하여서 빔 집속 및 신호처리 과정을 수행한다. 하지만 인체 내 매질에 따라 초음파의 진행 속도가 달라지기 때문에 실제 진행 속도와 가정한 속도차이에 오차가 발생하게 된다. 특히 지방의 경우 초음파 진행 속도는 약 1450 m/s로 가정한 초음파 진행 속도와 많은 오차를 가진다. 이러한 오차는 빔 집속시 집속의 효과를 줄여 높은 해상도의 영상을 제공할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 최적의 초음파 속도를 추정하여 영상 복원에 사용함에 따라 향상된 공간 해상도 및 대조도와 낮은 노이즈 준위를 갖는 영상을 제공하는 초음파 속도 추정 장치를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 관찰하고자 하는 인체 부위의 평균 최적 초음파 속도를 추정하여 비균일한 인체 내부의 초음파 속도 변화를 영상 복원에 적용할 수 있는 초음파 속도 추정 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 포락선 검출부; 상기 포락선으로부터 영상의 축방향을 따라 합산된 축방향 공간 주파수의 크기를 축방향 주파수별로 출력하는 커널부; 및 상기 커널부로부터 출력된 축방향 주파수를 합산하여 상기 특정 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산하는 집속도 계산부를 포함하고, 소정의 초음파 속도 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산한 후, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치를 제공한다.

[0009] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 상기 커널부는 복수의 축방향 주파수에 대응하는 복수의 서브 커널들을 포함하고, 상기 복수의 서브 커널들은, 상기 검출된 포락선에 포함된 k번째 축방향 주파수 성분을 추출하는 주파수 성

분 추출부; 및 상기 추출된 측방향 주파수 성분을 측방향을 따라 합산하는 측방향 주파수 합산부를 각각 포함하고, 상기 집속도 계산부는 상기 서브 커널별로 합산된 측방향 주파수 성분을 이용하여 상기 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 선택된 복수의 초음파 속도들은 상기 소정의 초음파 속도 구간 내에서 균일한 간격 또는 불균일한 간격으로 선택된 초음파 속도가 될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 복수의 서브 커널들은, 상기 측방향 주파수 합산부로부터 출력된 측방향 주파수 성분을 정규화하는 정규화부를 더 포함하고, 상기 정규화부는 정규화된 측방향 주파수 성분을 집속도 계산부로 출력하는 것이 바람직하다.

[0012] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위한 다른 실시 예로서, 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 포락선 검출부; 상기 검출된 포락선으로부터 측방향 공간 주파수에 대한 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 생성하는 측방향 주파수 변환부; 측방향을 따라 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합산하는 합산부; 상기 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 정규화하여 상기 측방향 공간 주파수에 대한 측방향 공간 스펙트럼을 생성하는 스펙트럼 정규화부; 소정의 측방향 공간 주파수 대역에 대하여 상기 측방향 공간 스펙트럼으로부터 도출되는 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합하여 집속도를 계산하는 집속도 계산부; 및 상기 집속도 계산부로부터 계산된 초음파 속도별 집속도 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 하는 초음파 속도 추정 장치를 제공한다.

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 상기 합산부로부터 출력된 측방향 공간 주파수의 크기를 상기 측방향 주파수 변환부에서 사용한 샘플 갯수로 나누는 평균 연산부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 로그 스케일로 압축하는 로그 압축부를 더 포함하고, 상기 로그 스케일로 압축된 측방향 공간 주파수의 크기를 상기 스펙트럼 정규화부로 전달하여 정규화할 수 있다.

[0015] 한편, 상기 집속도 계산부는 상기 소정의 측정 주파수 대역 내의 일정한 간격마다 측방향 공간 주파수를 선택하고, 상기 선택된 측방향 공간 주파수에 대응하는 측방향 공간 스펙트럼 값을 합하여 집속도를 계산할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 실시 예에 의하면, 상기 집속도 계산부는 상기 소정의 측정 주파수 대역 내에서 일정하지 않은 간격으로 측방향 공간 주파수를 복수 개 선택하거나, 임의의 측방향 공간 주파수를 복수 개 선택하고, 상기 선택된 측방향 공간 주파수에 대응하는 측방향 공간 스펙트럼 값을 합하여 집속도를 계산할 수도 있다.

[0017] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 단계; 상기 포락선으로부터 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 측방향 주파수별로 출력하는 단계; 상기 출력된 측방향 주파수의 크기를 합산하여 상기 특정 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산하는 단계; 및 소정의 초음파 속도 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산한 후, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정 방법을 제공한다.

[0018] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위한 다른 실시 예로서, 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 단계; 상기 검출된 포락선으로부터 측방향 공간 주파수에 대한 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 생성하는 단계; 측방향을 따라 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합산하는 단계; 상기 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 정규화하여 상기 측방향 공간 주파수에 대한 측방향 공간 스펙트럼을 생성하는 단계; 소정의 측방향 공간 주파수 대역에 대하여 상기 측방향 공간 스펙트럼으로부터 도출되는 상기 측방향 공간 주파수의 크기를 합하여 집속도를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 초음파 속도별 집속도 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 단계를 포함하는 초음파 속도 추정 방법을 제공한다.

[0019] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 초음파 속도 추정 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 최적의 초음파 속도를 추정하여 영상 복원에 사용함에 따라 향상된 공간 해상도 및 대조도와 낮은 노이즈 준위를 갖는 영상을 얻을 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 관찰하고자 하는 인체 부위의 평균 최적 초음파 속도를 추정하여 비균일한 인체 내부의 초음파 속도 변화를 영상 복원에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 다른 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치의 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법의 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 다른 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법의 흐름도이다.
- 도 5는 각 초음파 속도에 따른 측방향 공간 스펙트럼을 도시한 것이다.
- 도 6은 초음파 속도에 따른 집속도를 평가한 결과를 도시한 것이다.
- 도 7은 복원에 사용된 각 초음파 속도에 따른 측방향 공간 스펙트럼의 변화를 도시한 것이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치에서 선택된 공간 주파수가 2개인 경우의 집속도를 구한 결과를 도시한 것이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치에서 선택된 공간 주파수가 6개인 경우의 집속도를 구한 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0023] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치는 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분으로부터 포락선을 검출하는 포락선 검출부; 상기 포락선으로부터 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 크기를 측방향 주파수별로 출력하는 커널부; 및 상기 커널부로부터 출력된 측방향 주파수를 합산하여 상기 특정 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산하는 집속도 계산부를 포함하고, 소정의 초음파 속도 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도들에 대하여 집속도를 계산한 후, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시 예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0025] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 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.
- [0026] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작, 또는 소자 외에 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작, 또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치의 구성도이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치는 포락선 검출부(100), 측방향 주파수 변환부(110), 크기 산출부(120), 합산부(130), 평균 연산부(140), 로그 압축부(150), 스펙트럼 정규화부(160), 집속도 계산부(170), 보간부(181), 평활화부(182) 및 속도 추정부(190)로 구성된다.
- [0029] 포락선 검출부(100)는 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분을 생성하여 포락선을 검출한

다. 이때 초음파 속도는 특정 초음파 구간 내에서 균일한 간격 또는 불균일한 간격으로 선택된 초음파 속도가 될 수 있다. 즉, 포락선 검출부(100)는 특정 초음파 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도에 대하여 각각 포락선을 검출한다.

[0030] 측방향 주파수 변환부(110)는 검출된 포락선으로부터 측방향 공간 주파수에 대한 측방향 공간 주파수의 크기를 생성한다. 이때, FFT(Fast Fourier Transform)를 이용하여 측방향 주파수의 크기를 생성할 수 있다.

[0031] 크기 산출부(120)는 측방향(axial)을 따라 측방향 공간 주파수의 크기를 산출한다.

[0032] 합산부(130)는 측방향을 따라 측방향 공간 주파수의 크기를 합산한다.

[0033] 평균 연산부(140)는 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 평균을 연산한다. 합산부(130)에서 측방향을 따라 합산한 측방향 공간 주파수의 개수가 N인 경우 합산부(130)의 출력을 N으로 나눈다.

[0034] 로그 압축부(150)는 측방향을 따라 합산된 측방향 공간 주파수의 평균을 로그 스케일로 압축한다. 본 발명에 따른 초음파 속도 추정 장치는 로그 압축(Log compression)까지 완료된 데이터를 사용하며, 영상 단에서 최적의 초음파 속도를 추정하여 데이터 양을 줄임으로써, 연산량을 감소시킬 수 있다.

[0035] 스펙트럼 정규화부(160)는 로그 압축된 측방향 공간 주파수의 크기를 정규화한다. 정규화 결과 측방향 공간 스펙트럼(Lateral spatial spectrum)이 생성된다. 스펙트럼 정규화부(160)는 초음파 속도별로 측방향 공간 스펙트럼을 생성한다.

[0036] 집속도 계산부(170)는 ROI(region of interest) 영상의 측방향 공간 스펙트럼을 특정 주파수 대역에 대해 합하여 집속도(Focus quality)를 계산한다. 이 지표를 이용하여 공간 평면과 주파수 평면에서의 변환 관계를 통한 영상의 집속 정도를 평가할 수 있다. 집속도 계산부(170)가 집속도를 계산하는 방법은 특정 주파수 구간에 대하여 측방향 공간 스펙트럼을 적분할 수도 있고, 특정 주파수 구간 내의 일정한 간격마다 측방향 공간 주파수를 선택하고, 측방향 공간 스펙트럼 값을 합하여 집속도를 계산할 수도 있다. 또한, 일정하지 않은 간격으로 측방향 공간 주파수를 복수 개 선택하거나, 임의의 측방향 공간 주파수를 복수 개 선택하여 집속도를 계산하는 것이 가능하다. 또한, 집속도 계산부(170)는 초음파 속도별로 집속도를 계산하는 것이 바람직하다.

[0037] 보간부(181)는 집속도 계산부(170)에서 계산되지 않은 초음파 속도의 집속도를 구하기 위해 종래의 보간 방법들을 이용하여 보간한다. 종래의 보간 방법에는 선형 보간법, 다항식에 의한 보간법, 반복 선형 보간법 또는 스플라인 함수 보간법 등이 있다.

[0038] 평활화부(182)는 초음파 속도별 집속도의 함수가 연속적으로 매끄러운 모양이 되도록 처리한다.

[0039] 속도 추정부(190)는 초음파 속도에 대응하는 집속도의 값 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.

[0040] 다른 실시 예로서, 속도 추정부(190)는 영상의 측방향 공간 주파수 스펙트럼의 특정 측방향 공간 주파수 범위에 대응하는 측방향 공간 주파수 스펙트럼을 모두 더하여 가장 높은 값에 대응하는 초음파 속도를 최적 초음파 속도로 추정할 수 있다. 본 발명은 관찰 대상 외의 신호가 최소화되는 광 음향 영상 기법에 적합하며, 이를 통하여 최적의 초음파 속도를 추정할 수 있다.

[0041] 도 2는 본 발명의 바람직한 다른 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치의 구성도이다.

[0042] 도 2를 참조하면, 본 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치는 포락선 검출부(200), 커널부(210), 집속도 계산부(220), 보간부(230), 평활화부(240) 및 속도 추정부(250)로 구성된다.

[0043] 포락선 검출부(200)는 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분을 생성하여 포락선을 검출한다. 이때 초음파 속도는 특정 초음파 구간 내에서 균일한 간격 또는 불균일한 간격으로 선택된 초음파 속도일 수 있다. 즉, 포락선 검출부(200)는 특정 초음파 구간 내에서 선택된 복수의 초음파 속도에 대하여 각각 포락선을 검출할 수 있다.

[0044] 커널부(210)는 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 주파수의 크기를 측방향 주파수 별로 출력한다.

[0045] 커널부(210)는 측방향 주파수마다 하나의 서브 커널(Sub-Kernel)을 포함하며, 상기 서브 커널은 영상의 측방향을 따라 존재하는 하나의 측방향 주파수의 크기를 합산한 결과를 출력한다. 따라서, 커널부(210)는 측방향 주파

수별로 측방향으로 크기를 합산하여 집속도 계산부(220)로 출력한다.

- [0046] k번째 측방향 주파수에 대응하는 서브 커널 k는 주파수 성분 추출부(211), 측방향 주파수 합산부(212) 및 정규화부(213)로 구성된다.
- [0047] 주파수 성분 추출부(211)는 포락선 검출부(200)로부터 수신한 포락선에 포함된 k번째 측방향 주파수 성분 f_k 를 추출한다.
- [0048] 측방향 주파수 합산부(212)는 영상의 측방향(axial)을 따라 측방향 주파수(lateral frequency) 성분을 합산한다. 본 발명은 특정 측방향 주파수에서의 신호 크기만을 계산하여 최적 초음파 속도 추정을 수행할 수 있다.
- [0049] 정규화부(213)는 영상의 측방향을 따라 합산된 측방향 주파수를 정규화한다.
- [0050] 집속도 계산부(220)는 커널별로 계산된 측방향 주파수를 합산하여 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산한다.
- [0051] 보간부(230)는 집속도 계산부(220)에서 계산되지 않은 초음파 속도의 집속도를 구하기 위해 종래의 보간 방법들을 이용하여 보간한다. 종래의 보간 방법에는 선형 보간법, 다항식에 의한 보간법, 반복 선형 보간법 또는 스플라인 함수 보간법 등이 있다.
- [0052] 평활화부(240)는 초음파 속도별 집속도의 함수가 연속적으로 매끄러운 모양이 되도록 처리한다.
- [0053] 속도 추정부(250)는 초음파 속도에 대응하는 집속도의 값 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.
- [0054] 이상에서 살펴본 바와 같이 초음파 속도 추정 장치에서는 사용자가 선택한 ROI(region of interest)를 설정한 후, 영상 시스템에서 영상화한 각각의 특정 초음파 속도에서의 영상 데이터에서 선택적 측방향 공간 스펙트럼 분석을 통해 특정 측방향 주파수에서의 신호 성분 크기를 분석한다.
- [0055] 이때, 초음파 속도 추정 정확도를 향상시키기 위하여 여러 측방향 주파수를 선택적으로 골라 커널부(210)를 통과시켜 측방향 주파수 신호의 크기를 취득하며, 정규화부(213)는 기저대역(baseband) 신호 크기로 정규화하여 고주파 신호와의 비율을 비교 가능하도록 한다. 또한, 집속도 계산부(220)는 커널부(210)에서 출력된 정규화된 측방향 주파수의 크기를 누적하여 집속도를 계산하며, 가장 높은 집속도 값을 갖는 초음파 속도가 최적 초음파 속도가 된다.
- [0056] 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법의 흐름도이다.
- [0057] 도 3을 참조하면, 본 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법은 도 1에 도시된 초음파 속도 추정 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 1에 도시된 초음파 속도 추정 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법에도 적용된다.
- [0058] 300 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분을 생성하여 포락선을 검출한다.
- [0059] 310 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 검출된 포락선으로부터 측방향 공간 주파수에 대한 측방향 공간 주파수의 크기를 생성한다.
- [0060] 320 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 측방향(axial)을 따라 측방향 공간 주파수의 크기를 산출하고 합산한다.
- [0061] 330 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 측방향 공간 주파수의 크기를 정규화하여 측방향 공간 스펙트럼(Lateral spatial spectrum)을 생성한다.
- [0062] 340 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 측방향 공간 스펙트럼을 특정 주파수 대역에 대해 합하여 집속도(Focus quality)를 계산한다.
- [0063] 350 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 초음파 속도에 대응하는 집속도의 값 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.

- [0064] 도 4는 본 발명의 바람직한 다른 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법의 흐름도이다.
- [0065] 도 2를 참조하면, 본 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법은 도 2에 도시된 초음파 속도 추정 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 2에 도시된 초음파 속도 추정 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 방법에도 적용된다.
- [0066] 400 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 특정 초음파 속도로 빔 집속된 동상 성분과 직각 위상 성분을 생성하여 포락선을 검출한다.
- [0067] 410 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 검출된 포락선으로부터 영상의 축방향을 따라 합산된 축방향 주파수의 크기를 축방향 주파수 별로 출력한다.
- [0068] 410 단계는 다음과 같은 단계로 세분화될 수 있다.
- [0069] 포락선에 포함된 복수의 축방향 주파수 성분을 추출하고, 축방향 주파수별로 축방향(axial)을 따라 축방향 주파수(lateral frequency) 성분을 합산한다. 이후, 축방향 주파수별로 합산된 축방향 주파수의 크기를 정규화하여 출력한다.
- [0070] 420 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 정규화되어 출력된 축방향 주파수별 축방향 주파수의 크기를 합산하여 초음파 속도에 대응하는 집속도를 계산한다.
- [0071] 430 단계에서 초음파 속도 추정 장치는 초음파 속도에 대응하는 집속도의 값 중에서 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정한다.
- [0072] 도 5는 각 초음파 속도에 따른 축방향 공간 스펙트럼을 도시한 것이다.
- [0073] 도 5에 도시된 축방향 공간 스펙트럼은 도 1의 스펙트럼 정규화부(160)와 도 2의 커널부(210)로부터 출력된다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 영상의 빔 집속이 정확히 수행될수록 축방향 공간 스펙트럼이 더 고르게 나타나는 것을 알 수 있다. 스펙트럼이 고르게 나타날수록 특정 주파수 대역에 대해 계산된 집속도(Focus Quality)가 크게 될 것임을 알 수 있다.
- [0075] 도 6은 초음파 속도에 따른 집속도를 평가한 결과를 도시한 것이다.
- [0076] 도 6은 도 5에 도시된 축방향 공간 스펙트럼에서 0에서 0.3까지의 집속도를 초음파 속도별로 계산한 결과를 도시한 것이다. 초음파 속도가 1550 m/s인 경우의 집속도가 가장 높은 값을 갖고 있는 것을 확인할 수 있으며, 최적의 초음파 속도는 1550m/s로 추정된다.
- [0077] 각 가상 초음파 속도에 대한 축방향 공간 스펙트럼을 모두 구해 이를 특정 주파수 구간에서 적분하여 집속도를 계산할 수 있으며, 특정 주파수 신호 크기만을 관찰하여 최적 초음파 속도를 결정하는 집속도를 계산할 수 있다. 예를 들어, 모든 주파수 구간에 대해 FFT를 수행한 후 0~특정 구간을 적분할 수도 있으며, 도 5에 도시된 디지털 주파수 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3의 주파수 신호 크기만을 산출하여 이를 모두 합하는 것으로 집속도를 도출할 수 있다.
- [0078] 영상의 빔 집속이 정확히 수행될수록 축방향 공간 스펙트럼이 더 고르게 나타나며, 포인트 타겟의 경우 주파수 축에서 더 넓은 대역 신호 성분을 갖게 된다.
- [0079] 다시 도 5를 참조하면, 1550 m/s인 경우의 축방향 공간 스펙트럼이 다른 초음파 속도에서의 축방향 공간 스펙트럼보다 더 고르게 나타나고 있으며, 전 축방향 주파수에 걸쳐서 큰 값을 갖고 있다.
- [0080] 따라서, 축방향 공간 주파수를 0에서 0.3까지 적분한 결과가 최대값을 갖는 초음파 속도와 몇 개의 축방향 공간 주파수의 크기를 합한 결과가 최대값을 갖는 초음파 속도가 일치하게 될 것임을 알 수 있다.
- [0081] 즉, 어떠한 축방향 주파수를 선택하여 합산하여도 각 축방향 주파수의 신호 크기를 누적할 때, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도는 1550 m/s가 되며, 가장 큰 집속도에 대응하는 초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 할 수 있다.
- [0082] 연산량을 줄이기 위해서 특정 축방향 주파수를 선택하여 축방향 주파수의 크기를 합산한 결과가 최대값을 갖는

초음파 속도를 최적의 초음파 속도로 추정하는 것이 효율적이다.

[0083] 도 7은 복원에 사용된 각 초음파 속도에 따른 측방향 공간 스펙트럼의 변화를 도시한 것이다.

[0084] 도 7의 위쪽 영상은 빔 집속이 잘된 경우이고, 도 7의 아랫쪽 영상은 빔 집속이 잘 안된 경우이다. 빔 집속이 잘된 경우 측방향 공간 주파수 스펙트럼이 넓은 신호 특성을 가지며 빔 집속이 잘 안된 경우 좁은 신호 특성을 보인다. 이는 푸리에 트랜스폼(Fourier transform)의 변환/역변환 관계에 따른 것이다.

[0085] 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치에서 선택된 공간 주파수가 2개인 경우의 집속도를 구한 결과를 도시한 것이다.

[0086] 도 8을 참조하면, 공간 주파수가 0.1과 0.2에 해당하는 성분만을 계산하여 집속도를 계산한 결과를 도시하고 있다.

[0087] 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 속도 추정 장치에서 선택된 공간 주파수가 6개인 경우의 집속도를 구한 결과를 도시한 것이다.

[0088] 도 9를 참조하면, 공간 주파수가 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3에 해당하는 성분만을 계산하여 집속도를 계산한 결과를 도시하고 있다.

[0089] 도 8과 도 9로부터 알 수 있듯이, 선택된 측방향 공간 주파수 갯수와 무관하게 최적의 초음파 속도는 동일함을 알 수 있다.

[0090] 본 발명은 영상단에서 측방향 공간 스펙트럼 분석을 사용하여 초음파 속도에 따른 빔 집속의 성능을 판단하고, 빔 집속 성능 차이에 기초하여 초음파 속도를 추정하는 기술에 관한 것이다. 본 발명의 실시 예에 따르면, 각 초음파 속도로 취득한 동일 RF 데이터에 대한 영상을 복원한 후 관심 영역에 대해 측방향 공간 주파수 분석을 통한 최적 초음파 속도를 추정한다.

[0091] 본 발명의 실시 예들은 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.

[0092] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0093] 본 발명은 의료 초음파 영상 기법에서 영상의 화질 개선 분야에 속하는 기술이다. 또한, 본 발명은 초음파 의료 영상 및 광음향 영상에서 초음파의 평균 속도를 추정하는 기술에 관한 것이다.

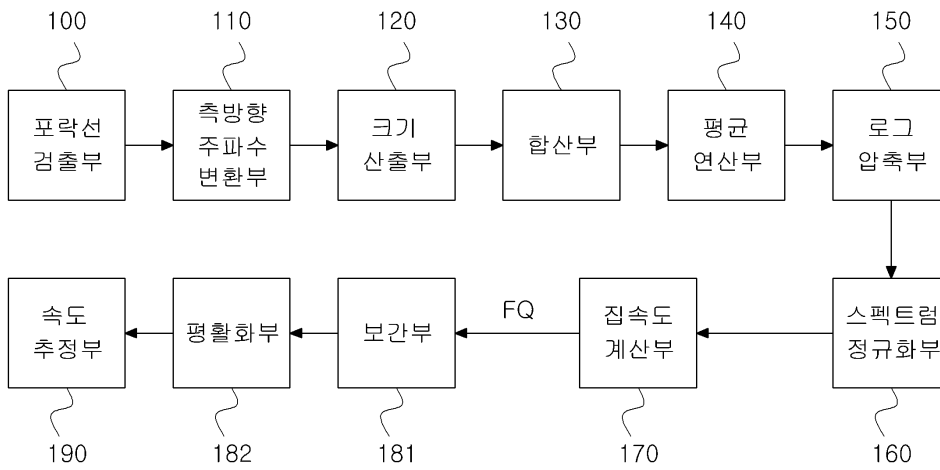
부호의 설명

[0094]

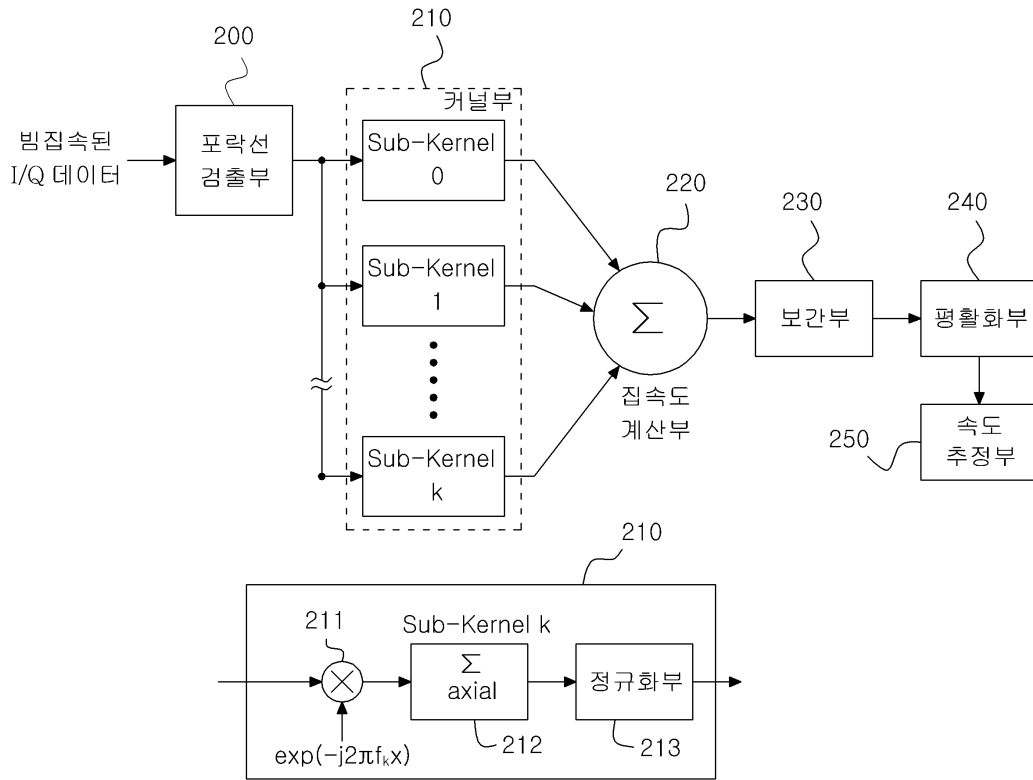
100 : 포락선 검출부	110 : 측방향 주파수 변환부
120 : 크기 산출부	130 : 합산부
140 : 평균 연산부	150 : 로그 압축부
160 : 스펙트럼 정규화부	170 : 집속도 계산부
181 : 보간부	182 : 평활화부
190 : 속도 추정부	200 : 포락선 검출부
210 : 커널부	220 : 집속도 계산부
230 : 보간부	240 : 평활화부
250 : 속도 추정부	

도면

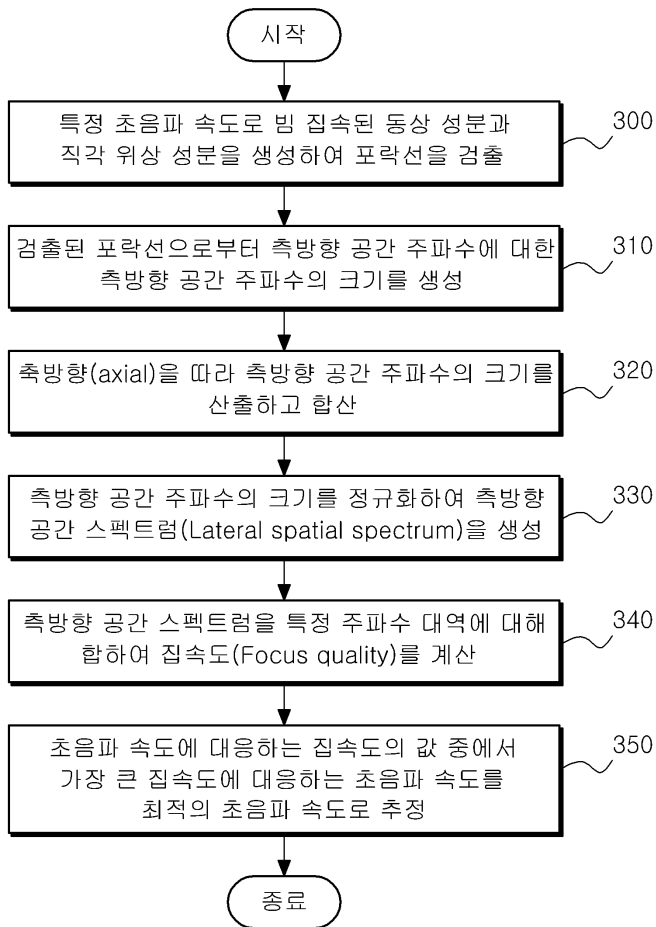
도면1



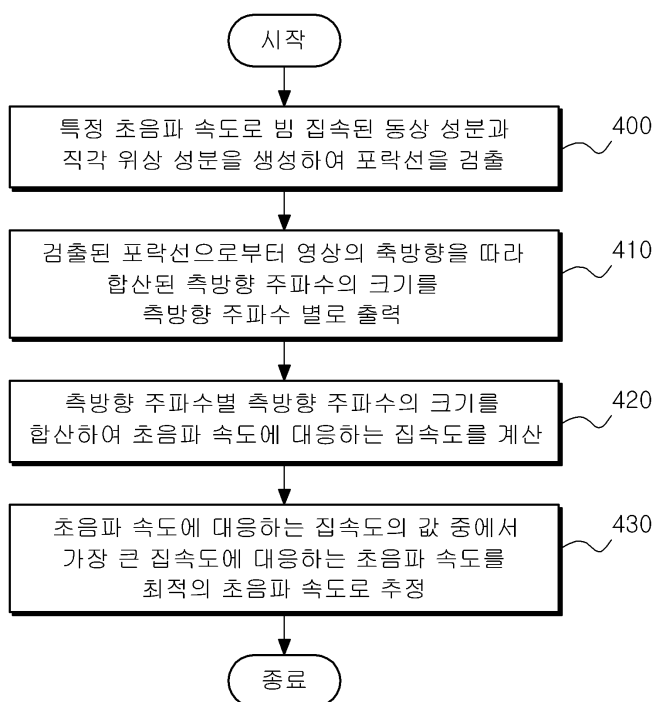
도면2



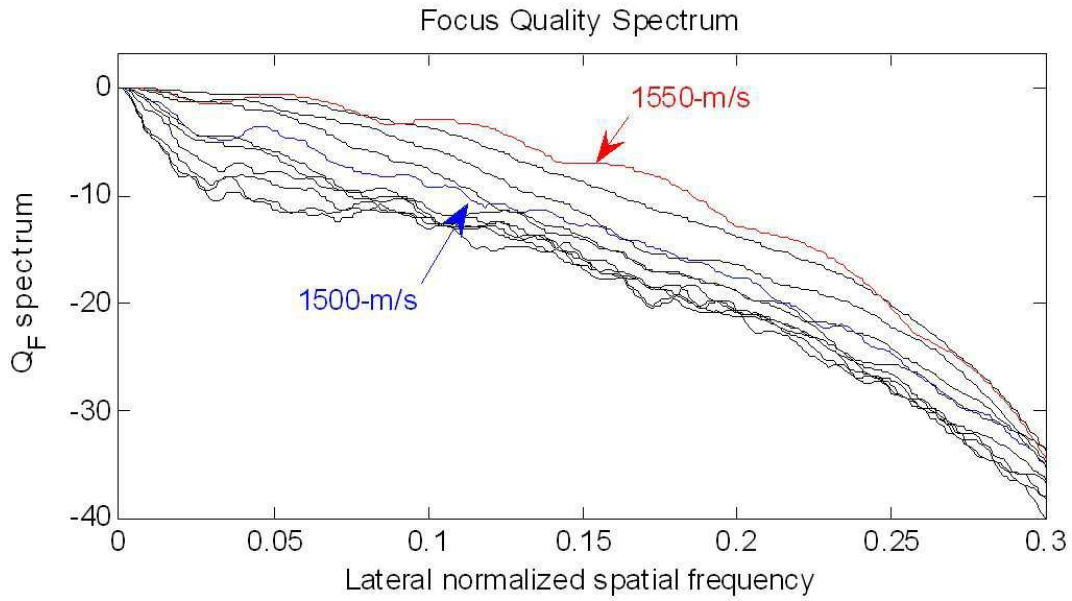
도면3



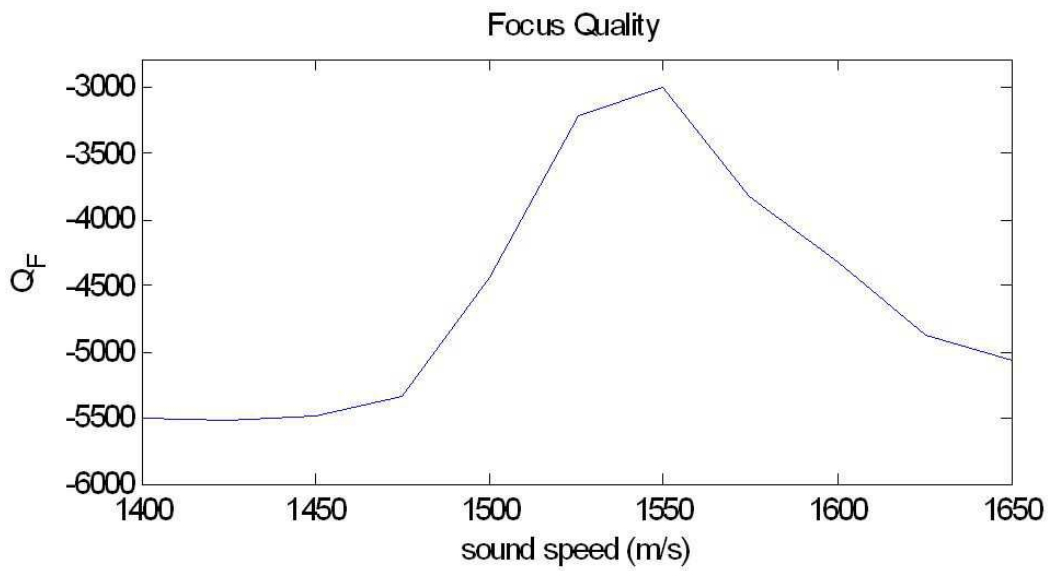
도면4



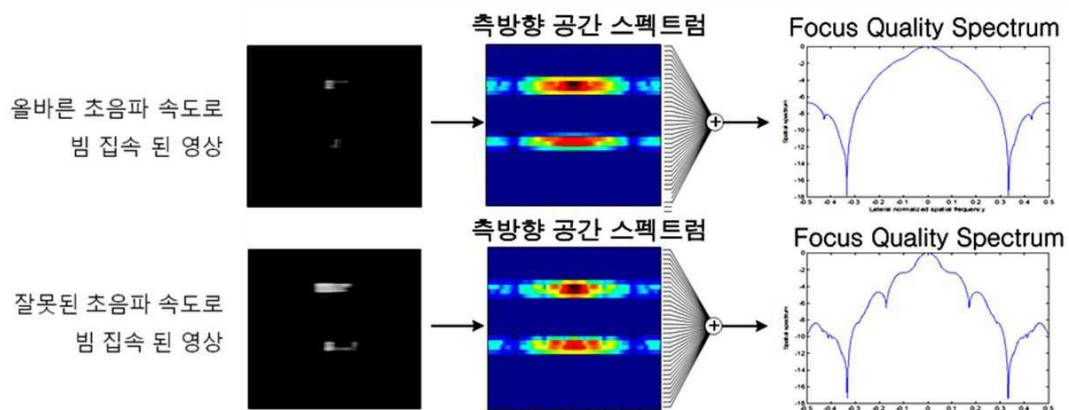
도면5



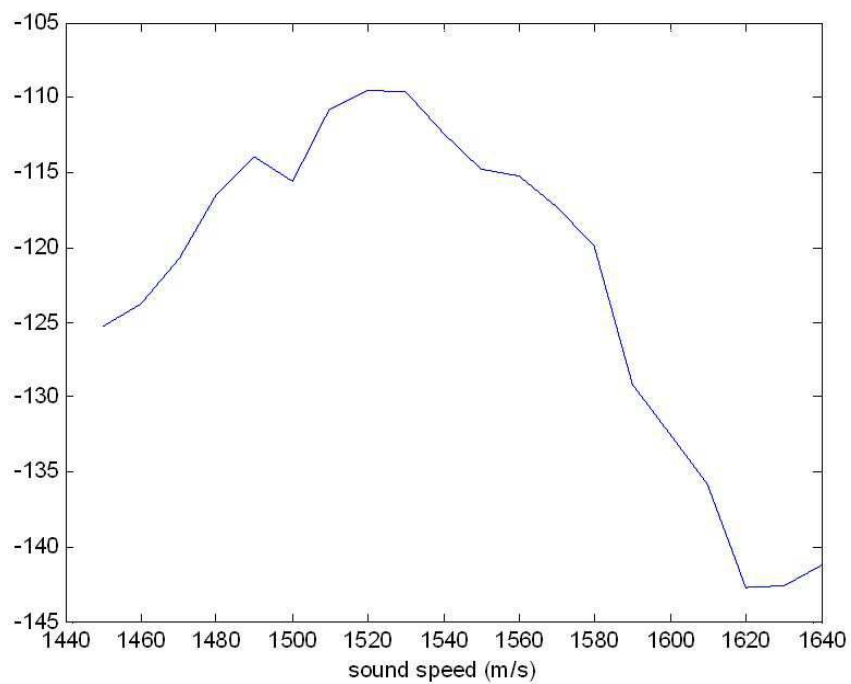
도면6



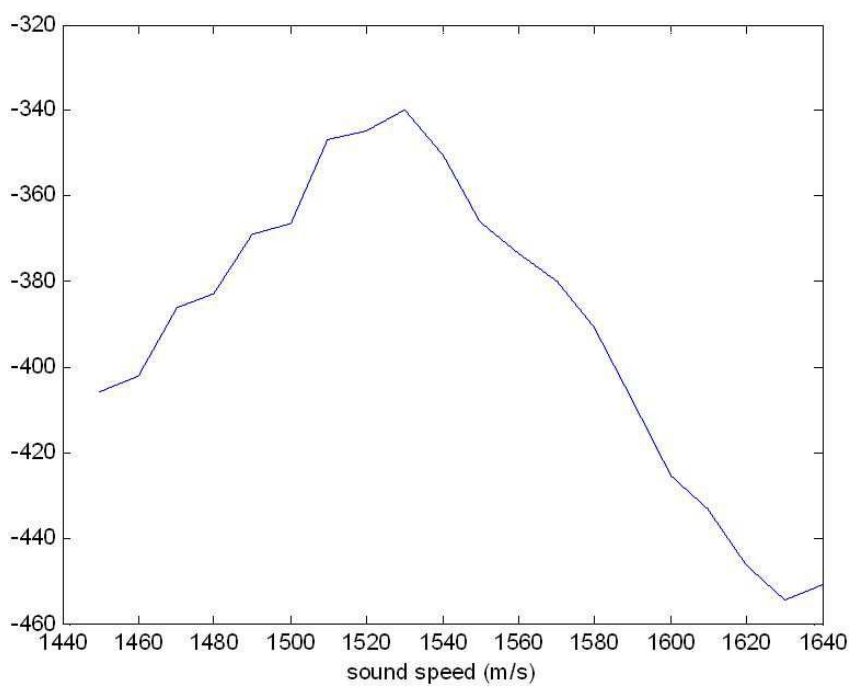
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	用于基于横向空间频率特性估计最佳超声速度的设备和方法		
公开(公告)号	KR101298936B1	公开(公告)日	2013-08-23
申请号	KR1020120028857	申请日	2012-03-21
[标]申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
[标]发明人	CHANG JIN HO 장진호 KANG JEEUN 강지운 YOO YANG MO 유양모 SONG TAI KYONG 송태경 SUA BAE 배수아		
发明人	장진호 강지운 유양모 송태경 배수아		
IPC分类号	A61B8/00 G01S15/58 G01S15/89 G01S1/72		
CPC分类号	G01S15/58 G01S15/89 G06T5/002 G06T5/003 A61B8/0825 A61B8/52		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：基于最佳超声速度估计横向空间频率特性的装置和方法通过估计用于图像恢复的最佳超声速度，提供具有改善的空间分辨率，对比度和低噪声水平的图像。组织：超声波速度估计装置包括包络检测部分（200），其检测来自同相分量的包络和以特定超声速度聚焦的波束的正交分量；内核部分（210）输出沿横向频率从包络线沿图像轴方向相加的横向空间频率的大小；聚焦计算部分（220）通过将核心部分输出的横向频率相加来计算对应于特定超声速度的聚焦。在计算在预定超声速度区间中选择的多个超声速度的聚焦之后，超声速度估计装置将与最大聚焦对应的超声速度估计为最佳超声速度。COPYRIGHT KIPO 2013

