



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0042140
(43) 공개일자 2015년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/06 (2006.01)
A61B 8/13 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0136964
(22) 출원일자 2014년10월10일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
61/889,222 2013년10월10일 미국(US)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
예종철
대전광역시 유성구 대학로 291, 바이오 및 뇌공학과 (구성동)
진경환
대전광역시 유성구 대학로 291, 바이오 및 뇌공학과 (구성동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

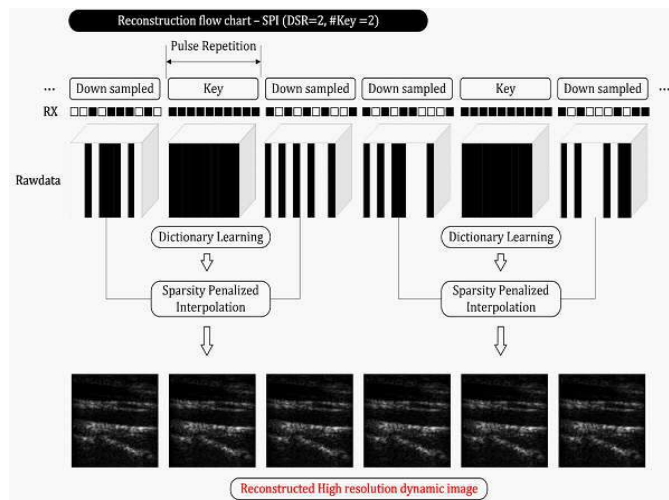
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 초음파 영상 생성 방법 및 초음파 진단 장치.

(57) 요약

일 실시 예에 따르면, 프로브로부터 수신되는 응답 신호를 인터리빙 다운 샘플링하여, 폴리 샘플링된 키프레임(key frame) 및 다운 샘플링된 인터프레임(inter frame)을 획득하는 단계; 상기 획득된 키 프레임에 기초로 원시 데이터(raw data)에 대하여 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 센싱 행렬을 산출하는 단계; 상기 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data)를 보간하는 단계; 를 포함하는 초음파 영상 생성 방법이 개시된다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

한요섭

대전광역시 유성구 대학로 291, 바이오 및 뇌공학과 (구성동)

홍윤미

경기도 용인시 기흥구 흥덕3로 60, 1401동 101호
(영덕동, 흥덕마을14단지호반베르디움아파트)

이현택

세종특별자치시 조치원읍 충현로 159, 102동 1503호 (옥일아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

프로브로부터 수신되는 응답 신호를 인터리빙 다운 샘플링하여, 폴리 샘플링된 키프레임(key frame) 및 다운 샘플링된 인터프레임(inter frame)을 획득하는 단계;

상기 획득된 키 프레임을 기초로 원시 데이터(raw data)에 대하여 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 센싱 행렬을 산출하는 단계; 및

상기 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data)를 보간하는 단계; 를 포함하는 초음파 영상 생성 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 인터프레임(inter frame)의 다운 샘플링의 패턴은 랜덤인 것을 특징으로 하는, 초음파 영상 생성 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 인터프레임(inter frame)을 획득하는 단계는

어퍼처를 수신 채널(RX channel)의 일부(subset)에 랜덤으로 인접하게 하여 샘플 데이터를 획득하는 것을 특징으로 하는, 초음파 영상 생성 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서, 상기 센싱 행렬을 산출하는 단계;는

상기 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 상기 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 주요 컴포넌트(principle component)를 생성하는 단계; 및

상기 주요 컴포넌트들로 투영 공간(projection space)을 구성하여 센싱 행렬을 산출하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 초음파 영상 생성 방법.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 센싱 행렬은 키프레임(Key frame)의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해(Tensor decomposition)하여 생성되는 것을 특징으로 하는, 초음파 영상 생성 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서, 상기 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘은 반복 임계값 결정 방법인 것을 특징으로 하는, 초음파 영상 생성 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서, 상기 인터리빙 다운 샘플링을 하는 것은

상기 프로브로부터 수신되는 상기 응답 신호를 깊이 방향으로 다운 샘플링을 하는 것을 특징으로 하는, 초음파 영상 생성 방법.

청구항 8

프로브로부터 수신되는 응답 신호를 인터리빙 다운 샘플링하여, 폴리 샘플링된 키프레임(key frame) 및 다운 샘

플러딩된 인터프레임(inter frame) 을 획득하는 초음파 송수신부; 및

상기 획득된 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 센싱 행렬을 산출하고,

상기 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data) 를 보간하는 영상 처리부를 포함하는 초음파 진단 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 인터프레임(inter frame)의 다운 샘플링의 패턴은 랜덤인 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

청구항 10

제8 항에 있어서, 상기 영상 처리부는

어퍼처를 수신 채널(RX channel)의 일부(subset)에 랜덤으로 인접하게 하여 인터프레임(inter frame) 을 획득하는 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

청구항 11

제8 항에 있어서, 상기 영상 처리부는

상기 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 상기 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 주요 컴포넌트(principle component)를 생성하고, 상기 주요 컴포넌트들로 투영 공간(projection space) 을 구성하여 센싱 행렬을 산출하는 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 센싱 행렬은 키프레임(Key frame) 의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해 (Tensor decomposition) 하여 생성되는 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

청구항 13

제8 항에 있어서, 상기 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘은 반복 임계값 결정 방법인 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

청구항 14

제8 항에 있어서, 상기 초음파 송수신부는 상기 프로브로부터 수신되는 상기 응답 신호를 깊이 방향으로 다운 샘플링을 하는 것을 특징으로 하는, 초음파 진단 장치.

청구항 15

제1 항 내지 제7 항 중 어느 한 항의 초음파 영상 생성 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 초음파 영상 생성 방법 및 초음파 진단 장치에 관한 것이다. 구체적으로는, 데이터 중심의 비 중복 사전 학습 방법(data-driven non-redundant dictionary learning algorithm) 와 희소성- 범 데이터 보간 방법(sparsity-penalized data interpolation algorithms)을 이용하여 고속으로 초음파 영상을 생성하는 방법 및 상기 방법을 구현하는 초음파 진단 장치를 제공한다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 초음파 진단 장치는 대상체의 체표로부터 체내의 소정 부위를 향하여 초음파 신호를 전달하고, 체내의 조직에서 반사된 초음파 신호의 정보를 이용하여 연부조직의 단층이나 혈류에 관한 이미지를 얻는다.
- [0003] 이러한 초음파 진단 장치는 소형이고, 저렴하며, 실시간으로 표시 가능하다는 이점이 있다. 또한, 초음파 진단 장치는, X선 등의 피폭이 없어 안정성이 높은 장점이 있어, X선 진단장치, CT(Computerized Tomography) 스캐너, MRI(Magnetic Resonance Image) 장치, 핵의학 진단장치 등의 다른 화상 진단장치와 함께 널리 이용되고 있다.
- [0004] 디지털 신호 처리를 하기 위해서는 ADC(Analog to Digital Converter)에서 샘플링이 먼저 일어나야 한다. 이때, 데이터 획득의 효율화를 위하여 되도록 적은 수의 샘플만을 취하더라도 원 신호를 충실하게 얻어낼 수 있도록 하는 것이 바람직하는데, 너무 낮은 비율로 연속 신호를 샘플링을 하면 영상 복원시 에일리어싱 왜곡이 생기는 문제점이 있었다.
- [0005] 이에 종래에는 웨넨/나이키스트의 샘플링 정리에 의하여 그 신호가 가지고 있는 최대 주파수보다 2배 높은 샘플링 주파수로 샘플링한다면, 샘플 신호들로부터 원신호의 정확한 값을 복원해 낼 수 있다는 것이 알려져 있다.
- [0006] 더 나아가, 최근에 웨넨/나이키스트의 샘플링 정리를 만족하는 샘플링 주파수보다 더 적은 수의 샘플링 주파수로 신호를 획득하더라도, 원 신호가 일정한 조건을 만족하는 희소 신호(sparse signal) 이라면 손실 없이 원 신호의 완벽한 복원이 가능한 압축 센싱(Compressing sensing) 기술이 주목받고 있다. 여기서 희소 신호란, 신호의 각 계수가 거의 0 혹은 0에 가까운 신호를 나타내는 것이다.
- [0007] 압축 센싱에서는 자연적인 신호는 어떤 특정 기저(basis)에서 희소 신호로 표현(sparse representation) 된다는 점과, 그런 희소 신호는 표면적으로 보여지는 차원보다 $M \ll N$ 랜덤화된 선형 측정을 이용하여 길이가 N 인 신호를 효과적으로 취득하고 복구할 수 있다. 즉, 압축 센싱이란 복원하는 신호가 굉장히 희소(sparse) 하거나 압축할 수 있을 때(compressible) 사용되는 연구기법으로, 이러한 기법으로 인해 신호는 희소한 세트로 구성된 신호에 의해 다시 복원할 수 있게 된다.

발명의 내용

- [0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은, 프로브로부터 수신되는 응답 신호를 인터리빙 다운 샘플링하여, 폴리 샘플링된 키프레임(key frame) 및 다운 샘플링된 인터프레임(inter frame) 을 획득하는 단계; 상기 획득된 키 프레임을 기초로 원시 데이터(raw data)에 대하여 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 센싱 행렬을 산출하는 단계; 및 상기 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data) 를 보간하는 단계; 를 포함하는 초음파 영상 생성 방법을 제공한다.
- [0009] 본 발명의 일 실시 예에 따른 인터프레임(inter frame)의 다운 샘플링의 패턴은 랜덤일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법에서, 상기 인터프레임(inter frame) 을 획득하는 단계는 어퍼처를 수신 채널(RX channel)의 일부(subset)에 랜덤으로 인접하게 하여 샘플 데이터를 획득하는 것을 포함하는 초음파 영상 생성 방법을 제공한다.
- [0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법에서, 센싱 행렬을 산출하는 단계;는 상기 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 상기 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 주요 컴포넌트(principle component)를 생성하는 단계; 및 상기 주요 컴포넌트들로 투영 공간(projection space) 을 구성하여 센싱 행렬을 산출하는 단계; 를 더 포함하는 초음파 영상 생성 방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 일 실시 예에 따른 센싱 행렬은 키프레임(Key frame) 의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해(Tensor decomposition) 하여 생성될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시 예에 따른 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘은 반복 임계값 결정 방법일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법에서, 인터리빙 다운 샘플링을 하는 것은 상기 프로브로부터 수신되는 상기 응답 신호를 깊이 방향으로 다운 샘플링을 하는 것을 포함하는 초음파 영상 생성 방법을 제공한다.
- [0015] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치는 프로브로부터 수신되는 응답 신호를 인터리빙 다운 샘플링하

여, 풀리 샘플링된 키프레임(key frame) 및 다운 샘플링된 인터프레임(inter frame) 을 획득하는 초음파 송수신부; 및 상기 획득된 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 센싱 행렬을 산출하고, 상기 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data) 를 보간하는 영상 처리부를 포함할 수 있다.

- [0016] 본 발명의 일 실시 예에 따른 인터프레임(inter frame)의 다운 샘플링의 패턴은 랜덤일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시 예에 따른 영상 처리부는 어떠한 수신 채널(RX channel)의 일부(subset)에 랜덤으로 인접하게 하여 인터프레임(inter frame) 을 획득할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시 예에 따른 영상 처리부는 상기 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 상기 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 주요 성분(principle component)을 생성하고, 상기 주요 성분들로 투영 공간(projection space) 을 구성하여 센싱 행렬을 산출할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시 예에 따른 센싱 행렬은 키프레임(Key frame) 의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해(Tensor decomposition) 하여 생성될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시 예에 따른 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘은 반복 임계값 결정 방법일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 송수신부는 상기 프로브로부터 수신되는 상기 응답 신호를 깊이 방향으로 다운 샘플링을 할 수 있다.
- [0022] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는, 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 생성 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치의 구성을 나타내는 블록도이다
- 도3 은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 구조를 나타낸 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 원시 데이터를 다운 샘플링하는 개념도를 도시한 도면이다.
- 도5 은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법의 개념도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 키프레임의 원시 데이터에 3D변환을 수행하여 희소 신호로 표시하는 것을 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치가 다양한 B 모드 영상을 획득하는 일 예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0025] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함” 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 “...부”, “...모듈” 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0026] 명세서 전체에서 “초음파 영상”이란 초음파 신호를 이용하여 획득된, 대상체에 대한 영상을 의미한다. 본 명세서에서 "대상체(object)"는 사람 또는 동물, 또는 사람 또는 동물의 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상

체는 간, 심장, 자궁, 뇌, 유방, 복부 등의 장기, 또는 혈관을 포함할 수 있다.

- [0027] 또한, "대상체"는 팬텀(phantom)을 포함할 수도 있다. 팬텀은 생물의 밀도와 실효 원자 번호에 아주 근사한 부피를 갖는 물질을 의미하는 것으로, 신체와 유사한 성질을 갖는 구형(sphere)의 팬텀을 포함할 수 있다.
- [0028] 명세서 전체에서 "사용자"는 의료전문가로서 의사, 간호사, 임상병리사(medical laboratory technologist), 소노그래퍼(sonographer) 등이 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0029] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치를 나타내는 도면이다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 초음파 진단 장치(1000)는, 프로브(1010)를 통해 대상체(10)로 초음파 신호를 송신할 수 있다. 그리고 초음파 진단 장치(1000)는 대상체(10)로부터 반사되는 초음파 에코 신호를 수신하여 초음파 영상을 생성할 수 있다.
- [0032] 본 명세서에서, 초음파 영상은 다양하게 구현될 수 있다. 예를 들어, 초음파 영상은 대상체(10)로부터 반사되는 초음파 에코 신호의 크기를 밝기로 나타내는 B 모드(brightness mode) 영상, 도플러 효과(doppler effect)를 이용하여 움직이는 대상체의 속도를 컬러로 표현하는 컬러 도플러 영상, 도플러 효과(doppler effect)를 이용하여 움직이는 대상체의 영상을 스펙트럼 형태로 나타내는 스펙트럴(spectral) 도플러 영상, 어느 일정 위치에서 시간에 따른 대상체의 움직임을 나타내는 M 모드(motion mode) 영상 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 초음파 영상은 2차원 영상, 3차원 영상, 또는 4차원 영상일 수도 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치의 블록도이다.
- [0034] 도 2 에서 도시된 바와 같이, 초음파 진단 장치(1000)는, 대상체(10)로부터 반사되는 초음파 에코 신호를 수신하고, 수신된 에코 신호를 복원하여 초음파 영상을 생성할 수 있다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0036] 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 장치(1000)는, 제어부(1300), 디스플레이부(1400), 메모리(1500), 통신부(1600), 및 사용자 입력부(1700)를 더 포함할 수 있다. 초음파 장치(1000)에 포함되는 여러 구성들은 버스(1800)를 통해 서로 연결될 수 있다.
- [0037] 이하 상기 구성요소들에 대해 차례로 살펴본다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브(1010), 초음파 송수신부(1020) 및 영상 처리부(1030)는, 대상체(10)에 대한 초음파 영상 데이터를 획득할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 데이터는 대상체(10)에 관한 2차원 초음파 영상 데이터일 수도 있고, 3차원 초음파 영상 데이터일 수도 있다.
- [0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 송수신부(1020)에 포함되는 송신부(1021)는, 도 2에 도시된 바와 같이 펄스 생성부(1023), 송신 지연부(1024), 및 펄서(1025)를 포함할 수 있다.
- [0040] 송신부(1021)는 프로브(1010)에 구동 신호를 공급할 수 있다. 펄스 생성부(1023)는 소정의 펄스 반복 주파수(PRF, Pulse Repetition Frequency)에 따른 송신 초음파를 형성하기 위한 펄스(pulse)를 생성하며, 송신 지연부(1024)는 송신 지향성(transmission directionality)을 결정하기 위한 지연 시간(delay time)을 펄스에 적용한다. 지연 시간이 적용된 각각의 펄스는, 프로브(1010)에 포함된 복수의 압전 진동자(piezoelectric vibrators)에 각각 대응된다. 펄서(1025)는, 지연 시간이 적용된 각각의 펄스에 대응하는 타이밍(timing)으로, 프로브(1010)에 구동 신호(또는, 구동 펄스(driving pulse))를 인가한다.
- [0041] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 송수신부(1020)에 포함되는 수신부(1022)는, 도 2에 도시된 바와 같이 증폭기(1026), ADC(아날로그 디지털 컨버터, Analog Digital converter)(1027), 수신 지연부(1028), 및 합산부(1029)를 포함할 수 있다.
- [0042] 수신부(1022)는 프로브(1010)로부터 수신되는 응답 신호를 처리하여 초음파 데이터를 생성할 수 있다. 증폭기

(1026)는 응답 신호를 각 채널(channel) 마다 증폭하며, ADC(1027)는 증폭된 응답 신호를 아날로그-디지털 변환한다. 수신 지연부(1028)는 수신 지향성(reception directionality)을 결정하기 위한 지연 시간을 디지털 변환된 응답 신호에 적용하고, 합산부(1029)는 수신 지연부(1028)에 의해 처리된 응답 신호를 합산함으로써 초음파 영상 데이터를 생성한다.

[0043] 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브(1010)는, 도 2의 송신부(1021) 및 수신부(1022)에 포함된 구성들의 일부 또는 전부를 포함할 수 있으며, 송신부(1021) 및 수신부(1022)가 수행하는 기능의 일부 또는 전부를 수행할 수 있다.

[0044] 영상 처리부(1030)는 초음파 송수신부(1020)에서 생성된 초음파 영상 데이터에 대한 주사 변환(scan conversion) 과정을 통해 초음파 영상을 생성한다. 한편, 초음파 영상은, A 모드(amplitude mode), B 모드(brightness mode) 및 M 모드(motion mode)에서 대상체를 스캔하여 획득된 그레이 스케일(gray scale)의 영상 뿐만 아니라, 도플러 효과(doppler effect)를 이용하여 움직이는 대상체를 표현하는 도플러 영상을 포함할 수도 있다. 도플러 영상은, 혈액의 흐름을 나타내는 혈류 도플러 영상 (또는, 컬러 도플러 영상으로도 불림), 조직의 움직임을 나타내는 티슈 도플러 영상, 및 대상체의 이동 속도를 파형으로 표시하는 스펙트럴 도플러 영상을 포함할 수 있다.

[0045] B 모드 처리부(1033)는, 초음파 영상 데이터로부터 B 모드 성분을 추출하여 처리한다. 영상 생성부(1032)는, B 모드 처리부(1033)에 의해 추출된 B 모드 성분에 기초하여 신호의 강도가 휘도(brightness)로 표현되는 초음파 영상을 생성할 수 있다.

[0046] 또한, 도플러 처리부(미도시)는 초음파 영상 데이터로부터 도플러 성분을 추출하고, 영상 생성부(1032)는 추출된 도플러 성분에 기초하여 대상체의 움직임을 컬러 또는 파형으로 표현하는 도플러 영상을 생성할 수 있다.

[0047] 일 실시 예에 의한 영상 생성부(1032)는, 블록 데이터에 대한 블록 렌더링 과정을 거쳐 3차원 초음파 영상을 생성할 수 있다.

[0048] 나아가, 영상 생성부(1032)는 초음파 영상 상에 여러 가지 부가 정보를 텍스트 또는 그래픽으로 표현할 수도 있다. 예를 들어, 영상 생성부(1032)는, 초음파 영상의 전부 또는 일부와 관련된 적어도 하나의 주석(annotation)를 초음파 영상에 추가할 수 있다. 즉, 영상 생성부(1032)는, 초음파 영상을 분석하고, 분석한 결과에 기초하여 초음파 영상의 전부 또는 일부와 관련된 적어도 하나의 주석을 추천할 수 있다. 또한, 영상 생성부(1032)는, 사용자에게 의해 선택된 관심 영역에 대응하는 부가 정보를 초음파 영상에 추가할 수도 있다.

[0049] 사용자 입력부(1700)는, 사용자(예컨대, 소노그래퍼)가 초음파 진단 장치(1000)를 제어하기 위한 데이터를 입력하는 수단을 의미한다. 예를 들어, 사용자 입력부(1700)에는 키 패드(key pad), 돔 스위치 (dome switch), 터치패드(접촉식 정전 용량 방식, 압력식 저항막 방식, 적외선 감지 방식, 표면 초음파 전도 방식, 적분식 장력 측정 방식, 피에조 효과 방식 등), 트랙볼, 조그 스위치 등이 있을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 사용자 입력부(1700)는, 심전도 측정 모듈, 호흡 측정 모듈, 음성 인식 센서, 제스처 인식 센서, 지문 인식 센서, 홍채 인식 센서, 깊이 센서, 거리 센서 등 다양한 입력 수단을 더 포함할 수도 있다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 사용자 입력부(1700)는 직접 터치(real-touch) 뿐만 아니라 근접 터치(proximity touch)도 검출할 수 있다. 사용자 입력부(1700)는, 초음파 영상에 대한 터치 입력(예컨대, 터치&홀드, 탭, 더블 탭, 플릭 등)을 감지할 수 있다. 또한, 사용자 입력부(1700)는, 터치 입력이 감지된 지점으로부터의 드래그 입력을 감지할 수도 있다. 한편, 사용자 입력부(1700)는, 초음파 영상에 포함된 적어도 둘 이상의 지점에 대한 다중 터치 입력(예컨대, 펀치)을 감지할 수도 있다.

[0051] 제어부(1300)는, 초음파 진단 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 제어부(1300)는, 프로브(1010), 초음파 송수신부(1020), 영상 처리부(1030), 사용자 입력부(1700), 디스플레이부(1400), 메모리(1500), 통신부(1600)를 전반적으로 제어할 수 있다.

[0052] 디스플레이부(1400)는, 초음파 진단 장치(1000)에서 처리되는 정보를 표시 출력한다. 예를 들어, 디스플레이부(1400)는 초음파 영상을 표시하거나, 컨트롤 패널과 관련된 UI(User Interface) 또는 GUI(Graphic User Interface)를 표시할 수 있다.

[0053] 디스플레이부(1400)와 터치패드가 레이어 구조를 이루어 터치 스크린으로 구성되는 경우, 디스플레이부(1400)는 출력 장치 이외에 입력 장치로도 사용될 수 있다. 디스플레이부(1400)는 액정 디스플레이(liquid crystal display), 박막 트랜지스터 액정 디스플레이(thin film transistor-liquid crystal display), 유기 발광 다이

오드(organic light-emitting diode), 플렉시블 디스플레이(flexible display), 3차원 디스플레이(3D display), 전기영동 디스플레이(electrophoretic display) 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그리고 초음파 진단 장치(1000)의 구현 형태에 따라 초음파 진단 장치(1000)는 디스플레이부(1400)를 2개 이상 포함할 수도 있다.

- [0054] 메모리(1500)는, 제어부(1300)의 처리를 위한 프로그램을 저장할 수도 있고, 입/출력되는 데이터들(예를 들어, 초음파 영상 데이터, 피검사자 정보, 프로브 정보, 바디마커, 부가정보 등)을 저장할 수도 있다.
- [0055] 메모리(1500)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 초음파 진단 장치(1000)는 인터넷(internet)상에서 메모리(1500)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage) 또는 클라우드 서버를 운영할 수도 있다.
- [0056] 통신부(1600)는, 초음파 진단 장치(1000)와 서버(2000), 초음파 진단 장치(1000)와 제 1 디바이스(3000), 초음파 진단 장치(1000)와 제 2 디바이스(4000) 간의 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신부(1600)는, 근거리 통신 모듈(1610), 유선 통신 모듈(1620), 이동 통신 모듈(1630) 등을 포함할 수 있다.
- [0057] 근거리 통신 모듈(1610)은 소정 거리 이내의 근거리 통신을 위한 모듈을 말한다. 근거리 통신 기술로 무선 랜(Wi-Fi), 블루투스(Bluetooth), BLE, UWB(Ultra Wideband), 지그비(ZigBee), NFC(Near Field Communication), WFD(Wi-Fi Direct), 적외선 통신(IrDA, infrared Data Association) 등이 이용될 수 있다.
- [0058] 유선 통신 모듈(1620)은 전기적 신호 또는 광 신호를 이용한 통신을 위한 모듈을 의미하며, 일 실시 예에 의한 유선 통신 기술에는 페어 케이블(pair cable), 동축 케이블, 광섬유 케이블, 이더넷(ethernet) 케이블 등이 포함될 수 있다
- [0059] 이동 통신 모듈(1630)은, 이동 통신망 상에서 기지국, 외부의 디바이스(3000, 4000), 서버(2000) 중 적어도 하나와 무선 신호를 송수신한다. 여기에서, 무선 신호는, 음성 호 신호, 화상 통화 호 신호 또는 문자/멀티미디어 메시지 송수신에 따른 다양한 형태의 데이터를 포함할 수 있다.
- [0060] 통신부(1600)는, 유선 또는 무선으로 네트워크(30)와 연결되어 외부 디바이스(예컨대, 제 1 디바이스(3000) 또는 제 2 디바이스(4000))나 서버(2000)와 통신한다. 통신부(1600)는 의료 영상 정보 시스템(PACS, Picture Archiving and Communication System)을 통해 연결된 병원 서버나 병원 내의 다른 의료 장치와 데이터를 주고 받을 수 있다. 또한, 통신부(1600)는 의료용 디지털 영상 및 통신(DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine) 표준에 따라 데이터 통신할 수 있다.
- [0061] 통신부(1600)는 네트워크(30)를 통해 대상체(10)의 초음파 영상, 초음파 영상 데이터, 도플러 영상 데이터 등 대상체(10)의 진단과 관련된 데이터를 송수신할 수 있으며, CT, MRI, X-ray 등 다른 의료 장치에서 촬영한 의료 영상 또한 송수신할 수 있다. 나아가, 통신부(1600)는 서버(2000)로부터 환자의 진단 이력이나 치료 일정 등에 관한 정보를 수신하여 대상체(10)의 진단에 활용할 수도 있다.
- [0062] 도3 은 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 구조를 나타낸 블록도이다.
- [0063] 도3 에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치(100) 는 초음파 송수신부, 영상 처리부 및 디스플레이부를 포함할 수 있다.
- [0064] 이하, 상기 구성요소에 대하여 알아보기로 한다.
- [0065] 일 실시 예에 따른 초음파 송수신부는 프로브(1010)로부터 수신되는 응답 신호로부터 초음파 영상 데이터를 획득할 수 있다.
- [0066] 일 실시 예에 따른 초음파 송수신부의 ADC(1027)에서는 인터리빙 다운 샘플링을 수행할 수 있다. 예를 들면, 인터리빙 다운 샘플링이란 연속된 프레임에서 다운 샘플링된 인터프레임(inter frame)간에 모든 원시 데이터(raw data)를 샘플링하는 키프레임(key frame)을 획득하는 것이다.
- [0067] 따라서, 일 실시 예에 따른 초음파 송수신부에서는 다운 샘플링된 인터프레임과 풀리샘플링(fully sampling)된

키프레임을 포함하는 초음파 영상 데이터를 생성할 수 있다. 이에 대해서는 도6 에서 자세하게 알아보도록 한다.

- [0068] 일 실시 예에 따른 영상 처리부는 초음파 송수신부(1020)에서 생성된 인접한 초음파 영상 데이터들을 이용한 최소 보간을 통해 초음파 영상을 생성할 수 있다.
- [0069] 예를 들면, 일 실시 예에 따른 영상 처리부는 초음파 영상 데이터에 포함된 키 프레임의 원시 데이터(raw data)에 대하여 학습 기반 방법(Dictionary Learning)을 적용하여 주요 컴포넌트(principle component)를 생성할 수 있다.
- [0070] 이 경우, 주요 컴포넌트들로 투영 공간(projection space)을 구성할 수 있는데, 이것은 압축 센싱을 기반한 초음파 영상 복원을 수행하는데 이용되는 센싱 행렬이 될 수 있다.
- [0071] 즉, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은 풀 샘플링된 키프레임을 이용하여 센싱 행렬을 획득함으로써, 추후에 센싱 행렬을 업데이트할 필요가 없으므로, 데이터 중심의 비 중복 디셔너리 학습 방법(data-driven non-redundant dictionary learning algorithm)으로써 디셔너리 학습의 계산적인 부담을 줄여줄 수 있는 효과가 있다.
- [0072] 또한, 일 실시 예에 따른 센싱 행렬은, 미리 정의된 센싱 행렬(예를 들면, 가우시안 랜덤(Gaussian Random) 행렬, DCT(Discrete Cosine Transform) 행렬, WT(Wavelet Transform) 또는 여타의 변환 행렬을 포함)이 아니라, 학습 및 최적화를 통해 산출된 적응적 센싱 행렬이므로, 센싱 시스템의 성능이 효과적이다.
- [0073] 또한, 일 실시 예에 따른 센싱 행렬은 키프레임(Key frame)의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해 (Tensor decomposition)하여 생성될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 따른 센싱 행렬을 산출하는데, 텐서 분해 이외에 다른 방법도 사용될 수 있는데 이에 관하여는 도 7 에서 자세하게 설명해보기로 한다.
- [0074] 또한, 일 실시 예에 따른 영상 처리부는 풀 샘플링된 키프레임을 이용한 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data)를 보간할 수 있다. 예를 들면, 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘의 일 예로 반복 임계값 결정 방법을 사용할 수 있다.
- [0075] 일반적으로, 정지 영상 압축에 사용되는 기법은 공간적 중복성 제거를 이용하여 압축을 수행하지만, 동영상의 경우에는 공간적 중복성 외에도 시간적 중복성(temporal redundancy)를 제거함으로써, 압축 효율을 크게 개선시킬 수 있다. 동영상은 한 개의 화면이 시간축 방향으로 조금씩 변화하는 형태이므로, 시간 방향으로 매우 높은 상관성을 갖게 된다.
- [0076] 따라서, 일 실시 예에 따른 키프레임과 인터프레임은 서로 다른 대조도의 영상들이지만, 동일한 구조를 촬영한 영상이기 때문에 시간적 중복성(Temporal redundancy)이 있다고 볼 수 있다. 이와 같이 일 실시 예에 따른 영상 처리부는 인접한 키프레임과 인터프레임을 이용하여 시간적 중복성을 제거함으로써 압축 효율을 크게 개선시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0077] 이에 대해서는 도6 에서 자세하게 알아보도록 한다.
- [0078] 일 실시 예에 따른 디스플레이부는 영상 처리부에서 생성된 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다.
- [0079] 도4 는 일 실시 예에 따른 원시 데이터를 다운 샘플링하는 개념도를 도시한 도면이다.
- [0080] 도4(a) 는 응답 신호에 포함된 원시 데이터를 도시한 것으로, 원시 데이터는 RX는 수신부의 인덱스, Depth는 응답 신호(echo signal) 측정을 위한 시간 인덱스, SC는 포커스된 TX 빔 스캔(Focused TX beam scans)을 나타내는 스캔 라인 인덱스으로써, 3차원으로 표현될 수 있다.
- [0081] 초음파 진단 장치(1000)는 어퍼처(aperture)들을 통해 각각의 초음파 신호를 송신하도록 구성되며, 각각의 어퍼처를 중첩(superposition)함으로써 전체 활성화 트랜스듀서 소자들을 모두 구동하여 푸쉬 빔을 송신할 수 있다.
- [0082] "어퍼처"란, 초음파 신호들이 송신될 수 있는 개념적인 "개구"(conceptual "opening")를 의미할 수 있다. 어퍼처는, 초음파 진단 장치(1000)에 의해서 공통 그룹으로서 집합적으로 관리되는 트랜스듀서 소자들의 그룹일 수 있다. 예를 들어, 어퍼처는, 인접한 어퍼처에 포함되는 트랜스듀서 소자들과 물리적으로 구분될 수 있는 트랜스듀서 소자들의 그룹을 포함할 수 있다. 그러나, 인접한 어퍼처들은 반드시 물리적으로 구분될 필요는 없다.
- [0083] 일 예로서, 2개의 어퍼처들은, 트랜스듀서 소자들이 연속적으로 배열된 어레이 상에서 서로 인접하게 위치될 수

도 있다. 다른 예로서, 2개의 어퍼처들은 어레이 상에서 서로 중첩할 수 있다. 따라서, 적어도 하나의 트랜스듀서 소자는 2개의 어퍼처들의 일부로서 기능할 수 있다. 어퍼처에 포함되는 트랜스듀서들의 위치, 개수 및 어퍼처의 물리적 크기는, 특정 어플리케이션에 대해서 필요한 임의의 방식으로 동적으로 정의될 수 있다.

[0084] 다이나믹 어퍼처와 RX 채널을 인접하게 개방시키면 도4(b)에서 도시한 바 바와 같이 각 스캐닝 라인의 중심 근처에서 산란된 초음파 필드가 생성될 수 있다.

[0085] 이에 따라, 일 실시 예에 따른 어퍼처는 RX채널의 일부(subset)에 랜덤으로 인접하게 하여 샘플 데이터를 획득할 수 있다. 즉, 일 실시예에 따르면, RX채널의 작은 일부만을 활성화 시키므로 전력 소모뿐 아니라 데이터 레이트도 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[0086] 도5 은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법의 개념도이다.

[0087] 도 5에서 도시한 바와 같이, 일 실시 예에 따른 다운 샘플링의 방법은 다운 샘플링된 인터 프레임들 사이에 폴리 샘플링된 키 프레임이 배치되는 다운 샘플링 인터리빙 방식이다. 또한, 랜덤인 다운 샘플링 패턴에 따라 수신 채널이 세팅된 후, 프로브부터 수신한 무선 주파수 원시 데이터가 다운 샘플링 될 수 있다. 또한 이 경우, 수신채널뿐 아니라 깊이 방향으로도 다운 샘플링을 적용하여 다운 샘플링 할 수 있다.

[0088] 또한, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은 프레임의 모든 원시 데이터를 폴리 샘플링(fully sample)을 한 키프레임을 이용하여 센싱 행렬을 산출하고, 시간적 중복성(temporal redundancy)을 가지는 인터프레임과 키프레임을 이용하여 인터프레임의 샘플링에서 누락된 신호를 보간하므로, 센싱 행렬을 시간에 따라 업데이트할 필요가 없다. 예를 들면, 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘의 일 예로 반복 임계값 결정 방법을 사용할 수 있다.

[0089] 또한 이 경우, 수신채널뿐 아니라 깊이 방향으로도 다운 샘플링의 패턴을 랜덤으로 적용하여 다운 샘플링 할 수 있다.

[0090] 또한, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은 주파수 도메인에서 다운 샘플링 패턴을 랜덤으로 설정하여, 영상 도메인에서 잡음과 유사한 인공물을 발생시킬 수 있고, 이러한 비간섭성 인공물(incoherent artifact)의 경우는 다운 샘플링 패턴이 일정 할 때보다 효과적으로 압축센싱 기법을 통해 원래의 영상을 복원할 수 있다.

[0091] 이에 따라, 인터리브 합성 방식(interleave acquisition sheme)에 따르면 일 실시 예에 따른 전체 가속화 비율(net acceleration ratio) 은 (수학식1)이다. 여기서 D는 다운 샘플링된 인터 프레임의 가속 팩터(acceleration factor for downsampling) 이고 K는 키 프레임들의 주기를 의미한다.

[0092] (수학식1)

[0093] $(D+K-1)/(DK)$

[0094] 또한, 도5 에서 도시한 바와 같이 영상 처리부는 풀 샘플링된 키프레임을 이용한 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에, 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data) 를 보간할 수 있다. 예를 들면, 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘의 일 예로 반복 임계값 결정 방법을 사용할 수 있다.

[0095] 이에 따라, 일 실시 예에 따른 초음파 영상은 폴리 샘플링한 키프레임을 이용하여 센싱 행렬을 산출하고, 산출된 센싱 행렬과 키프레임과 인접하여 다운 샘플링된 인터 프레임을 내적하여 생성되는 것으로, 고해상도의 다이나믹 화상으로 생성될 수 있다.

[0096] 도6 은 키프레임의 원시 데이터에 3D변환을 수행하여 희소 신호로 표시하는 것을 나타낸 그래프이다.

[0097] 압축 센싱(Compressing sensing) 에서는 원 신호가 일정한 조건을 만족하는 희소 신호(sparse signal) 이라면, 웨넨/나이키스트의 샘플링 정리를 만족하는 샘플링 주파수보다 더 적은 수의 샘플링 주파수로 샘플링을 하더라도, 손실 없이 원 신호의 완벽한 복원이 가능하다.

[0098] 즉, 압축 센싱에서 대표적인 특징은 자연적인 신호는 어떤 특정 기저(basis)에서 희소 신호로 표현(sparse representation) 된다는 점과, 그런 희소 신호는 표면적으로 보여지는 차원보다 $M \ll N$ 랜덤화된 선형 측정을 이용하여 길이가 N인 신호를 효과적으로 취득하고 복구할 수 있다는 점이다.

[0099] 즉, 압축 센싱이란 복원하는 신호가 굉장히 희소(sparse) 하거나 압축할 수 있을 때(compressible) 사용되는 연구기법으로, 이러한 기법으로 인해 신호가 희소한 세트로 구성된 신호에 의해 다시 복원될 수 있다.

[0100] 예를 들면, 희소 신호란 임의의 N차원 선형 공간에서 공간의 벡터로 표현되는 경우, 이 벡터의 0이 아닌 계수의 값이 N보다 매우 작은 $K(\ll N)$ 이면, 이 신호 혹은 벡터를 K-sparse 신호라고 한다. 예를 들어, $N=100$ 이고 $K=10$ 인 경우 나머지 90개의 계수가 모두 0인 경우다.

[0101] 예를 들면 수학적식2 에서 x 가 길이가 $N \times 1$ 인 희소 신호 벡터인 경우, A 가 $M \times N$ 의 센싱 행렬이다. 여기서 $M < N$ 이다.

[0102] (수학적식 2)

[0103] $y=Ax$

[0104] 여기서 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은, 센싱 행렬 A 를 산출하기 위하여 키프레임의 원시 데이터를 이용할 수 있다.

[0105] 도 6 에서 도시한 바와 같이, 키프레임의 원시 데이터(raw data)는 3차원의 벡터 값을 가진 데이터로 희소 신호라고 보기는 어렵다. 이에 효과적인 압축 센싱을 기반한 초음파 영상 복원을 수행하기 위하여, 센싱 행렬을 산출하는데 다양한 3차원 변환 행렬이 이용될 수 있다.

[0106] 도 6 에서 도시한 바와 같이, 3차원 변환 기법으로 원시 데이터에 DFT(Discrete Fourier Transform), WT(Wavelet Transform), 텐서 분해(Tensor decomposition)의 각각의 변환을 이용하여 획득된 희소 신호들이 산출될 수 있다.

[0107] 도6 에서 보는 바와 같이, 텐서 분해(Tensor decomposition)를 이용하면 다른 변환행렬을 이용하는 것보다 더욱 희소한 신호를 얻을 수 있다.

[0108] 따라서, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법에서는 키프레임(Key frame)의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해(Tensor decomposition)하여 센싱 행렬을 산출할 수 있다.

[0109] 예를 들면, 키프레임에서의 3차원 데이터는 수학적식3처럼 나타낼 수 있다.

[0110] (수학적식 3)

[0111]
$$Y_{key} = g \times_1 A \times_2 B \times_3 C$$

[0112]
$$A = [a_1, \dots, a_r] \in \mathbb{R}^{L \times r}, B = [b_1, \dots, b_r] \in \mathbb{R}^{M \times r}, \text{ and } C = [c_1, \dots, c_r] \in \mathbb{R}^{N \times r}$$

[0113] 여기서 Y_{key} 는 수신채널에서 풀리 샘플링된 키프레임이고, A, B, C 는 각 모드에서 직교 팩터 매트릭스(orthogonal factor matrices)로써 주요 컴포넌트(principle component)이고, X_n 은 n모드에서 텐서와 매트릭스의 프로덕트(product)를 나타내는 것이다.

[0114] 또한, $g^{r \times r \times r}$ 은 다른 모드의 컴포넌트 사이의 상호작용을 나타내는 코어 텐서를 의미한다.

[0115] 여기서 수학적식3 이 매트릭스를 사용하여 간단하게 나타낸 것이라면, 수학적식4 에서 Y_{key} 는 수학적식 3의

Y_{key} 를 벡터화로 측정된 것이고, g 는 코어 텐서 를 벡터화로 측정된 것이다.

[0116] (수학적식4)

[0117]
$$y_{key} = T_{key}g,$$

[0118] (수학적식5)

$$\mathbf{T}_{key} = [\mathbf{t}_{111} \mid \mathbf{t}_{211} \mid \mathbf{t}_{311} \cdots \mid \mathbf{t}_{rrr}],$$

$$\mathbf{t}_{pqr} = \text{vec}(\mathbf{a}_p \circ \mathbf{b}_q \circ \mathbf{c}_r),$$

[0119]

[0120] 수학식 5에서 $\mathbf{T}_{key} \in \mathbb{R}^{LMN \times r^3}$ 은 Tucker method를 이용한 텐서 분해를 이용하여 산출된 디셔너리 즉, 센싱 행렬이 될 수 있다.

[0121] 또한, 일 실시 예에 따른 인터 프레임에서 누락된 데이터를 보간하기 위하여 키프레임을 이용한 센싱 행렬이 이용될 수 있다.

[0122] (수학식6)

$$\min \quad \|\mathbf{g}\|_1$$

$$\text{subject to } \mathbf{y} = \mathbf{M}\mathbf{T}_{key}\mathbf{g}$$

[0123]

[0124] 수학식6 에서 \mathbf{y} 는 다운 샘플링된 인터 프레임을 벡터화로 측정된 것이고, \mathbf{M} 은다운 샘플링 마스크(패턴)을 의미한다.

[0125] 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은 풀 샘플링된 키프레임을 이용한 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터 프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 샘플링되지 않은 데이터(missing data) 를 보간할 수 있다. 예를 들면, 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘의 일 예로 반복 임계값 결정 방법을 사용할 수 있다.

[0126] 즉, 일 실시 예에 따른 센싱 행렬은, 미리 정의된 센싱 행렬(예를 들면, 가우시안 랜덤(Gaussian Random) 행렬, DCT(Discrete Cosine Transform) 행렬, WT(Wavelet Transform) 또는 여타의 변환 행렬을 포함) 이 아니라, 학습 및 최적화를 통해 산출된 적응적 센싱 행렬이므로, 센싱 시스템의 성능이 효과적이다.

[0127] 도 7은 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치가 다양한 B 모드 영상을 획득하는 일 예를 도시한 도면이다.

[0128] 도 7에는 B모드 영상과 db스케일에서 경동맥의 자세한 영상을 표시한 것으로, 도7a에서는 풀리 샘플링(fully sampling)된 데이터를 이용하여 B모드 영상을 생성한 것을 도시한 것7C이다.

[0129] 또한, 도7b에서는 다운 샘플링(down sampling)된 데이터를 이용하여 B모드 영상을 생성한 것을 도시한 것이고, 도7c는 WT(Wavelet Transform) 즉, Wave Atom 을 이용하여 B모드 영상을 생성한 것을 도시한 것이다.

[0130] 반면, 도7d에서는 본 발명이 제안한 알고리즘에 따라 즉, 키프레임의 원시 데이터를 텐서 분해하여 산출한 이용한 센싱 행렬과, 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame) 을 내적(projection space)하면서 고속으로 B모드 영상을 생성한 것을 도시한 것이다.

[0131] 실험적으로, 선형 타입의 프로브의 중심 주파수(center frequency)가 5MHz이고, 신호처리의 샘플링 속도는 20MHz, 그리고 프로브는 128의 스캔라인(scanlines)과, 128개의 수신채널(RX Channel)을 가지는 것으로, 수신 채널의 소자의 폭은 거리가 133 μm 이고, 소자간 공간의 거리는 158 μm 로 설정한다.

[0132] 사용자는 목 근처의 경동맥의 영상을 초음파로 획득하는 것으로, 획득된 데이터의 크기는 2048(Depth) X 128(RX) X 128(SC) X 10(framedirections)가 된다. 이 경우, 키프레임간의 주기 $K=5$, 다운 샘플링된 프레임의 가속 팩터는 $D=4$ 로 하여, 데이터 중심의 비 중복 사전 학습 방법(data-driven non-redundant dictionary learning algorithm) 와 희소성- 범 데이터 보간 방법(sparsity-penalized data interpolation algorithms)을 이용하여 초음파 영상을 획득하는 것은 원래의 데이터 레이트보다 40프로나 감소한 수치를 보인다.

[0133] 또한, 적응적 센싱 행렬을 이용하였다고 하더라도, 도 7c에서 WT(Wavelet Transform) 즉, Wave Atom 을 이용하여 B모드 영상하는 것보다, 도7d에서 텐서 분해를 이용한 것이 100배가 빠른 것으로 측정된다.

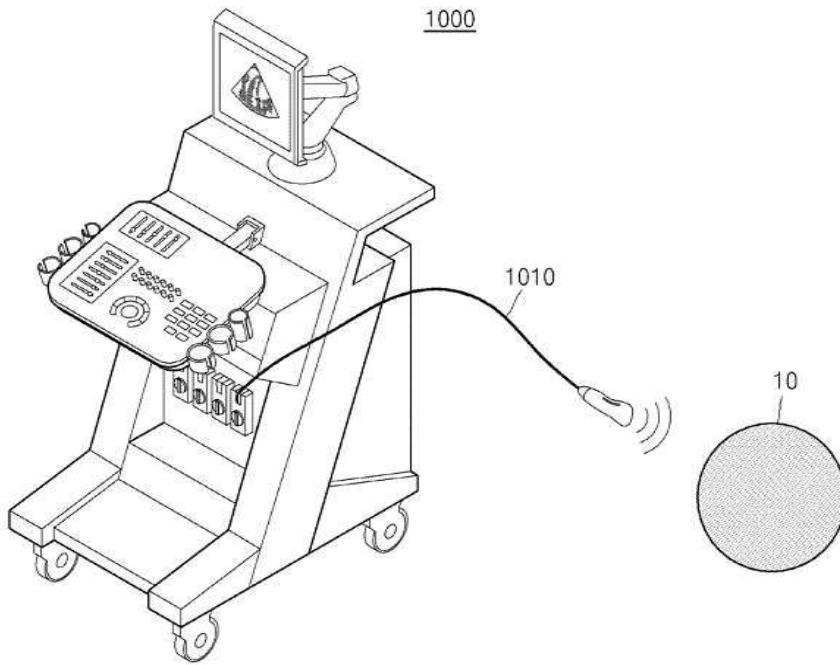
[0134] 따라서, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은 압축 센싱을 기반한 복원을 수행하는데 이용되는 센싱 행렬을 디셔너리 학습 기반 방법(Dictionary Learning)으로 산출할 수 있는데, 다운 샘플링 인터리빙 방식에서 풀

리 샘플링(fully sampling)된 키프레임(Key frame) 의 원시 데이터(Raw data)들을 텐서 분해(Tensor decomposition) 하여, 센싱 행렬을 생성할 수 있다.

- [0135] 즉, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은 풀 샘플링된 키프레임을 이용하여 센싱 행렬을 획득함으로써, 추후에 센싱 행렬을 업데이트할 필요가 없으므로, 데이터 중심의 비 중복 디셔너리 학습 방법(data-driven non-redundant dictionary learning algorithm)으로써 디셔너리 학습의 계산적인 부담을 줄여줄 수 있는 효과가 있다.
- [0136] 또한, 일 실시 예에 따른 초음파 영상 생성 방법은, 풀 샘플링된 키프레임을 이용한 센싱 행렬과 다운 샘플링된 인터프레임(inter-frame)에 희소성을 이용한 반복적 복원 알고리즘을 적용함으로써, 인터프레임에서 미싱된 데이터를 보간할 수 있다. 예를 들면, 반복 임계 값을 이용하여 복원할 수 있다.
- [0137] 더욱 자세하게는, 키프레임과 인터프레임은 서로 다른 대조도의 영상들이지만, 동일한 구조를 촬영한 영상이기 때문에 시간적 중복성(Temporal redundancy) 이 있다고 볼 수 있다. 이 때 시간적 중복성을 제거함으로써 압축 효율을 크게 개선 시킬 수 있다.
- [0138] 상술한 바와 같이 본 발명은 데이터 레이트를 감소시켜 고속으로 초음파 영상을 획득할 수 있는 초음파 영상 생성 방법 및 초음파 진단 장치를 제공한다.
- [0139] 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 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.
- [0140] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

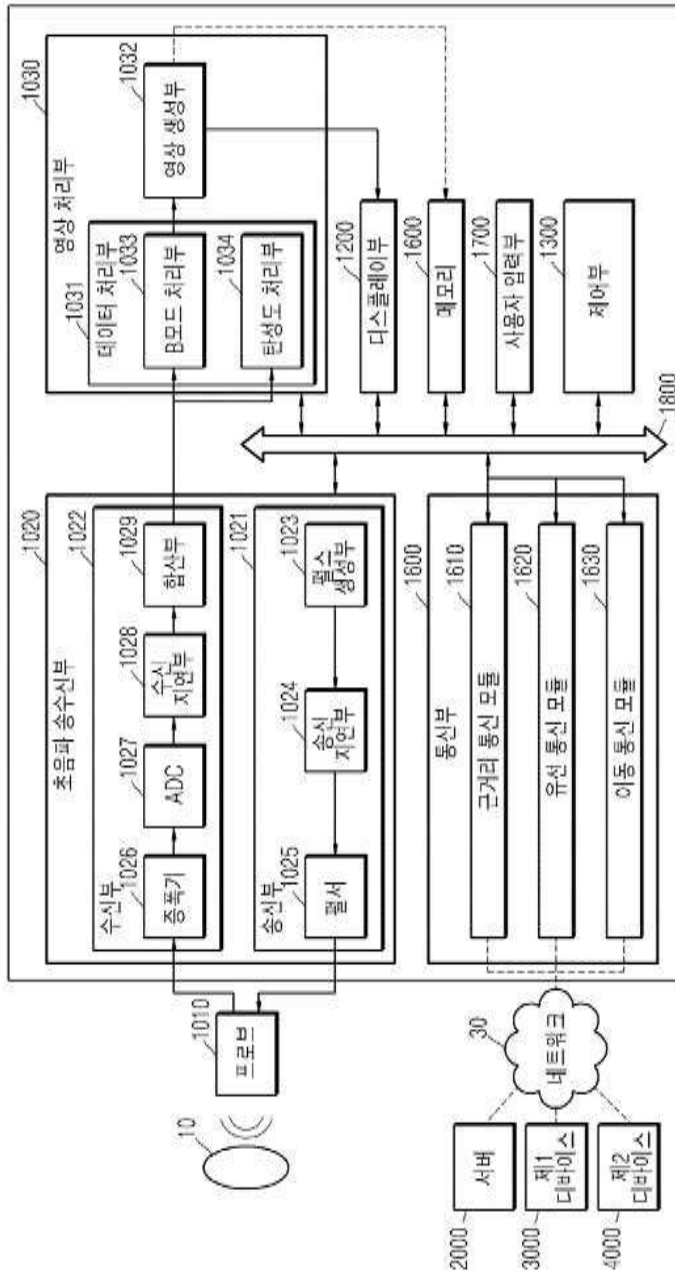
도면

도면1

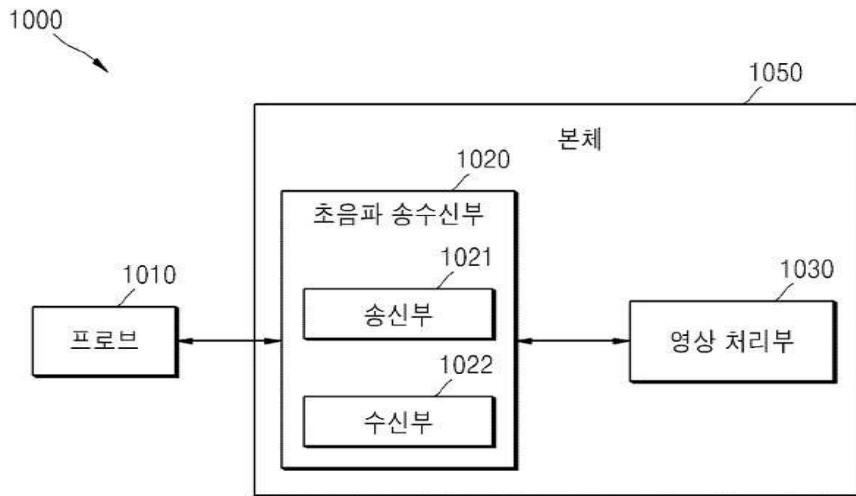


도면2

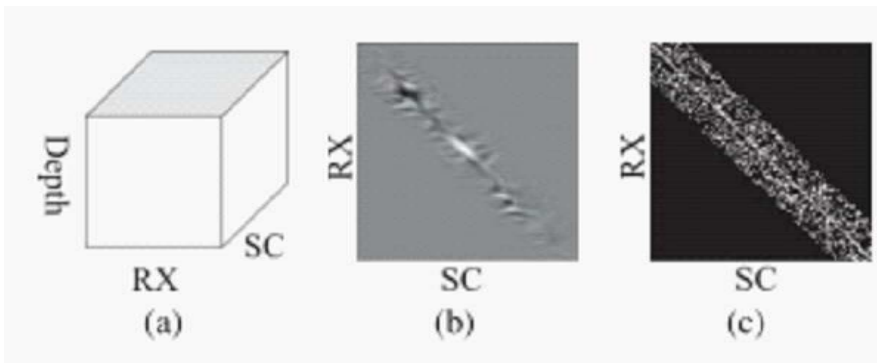
1000



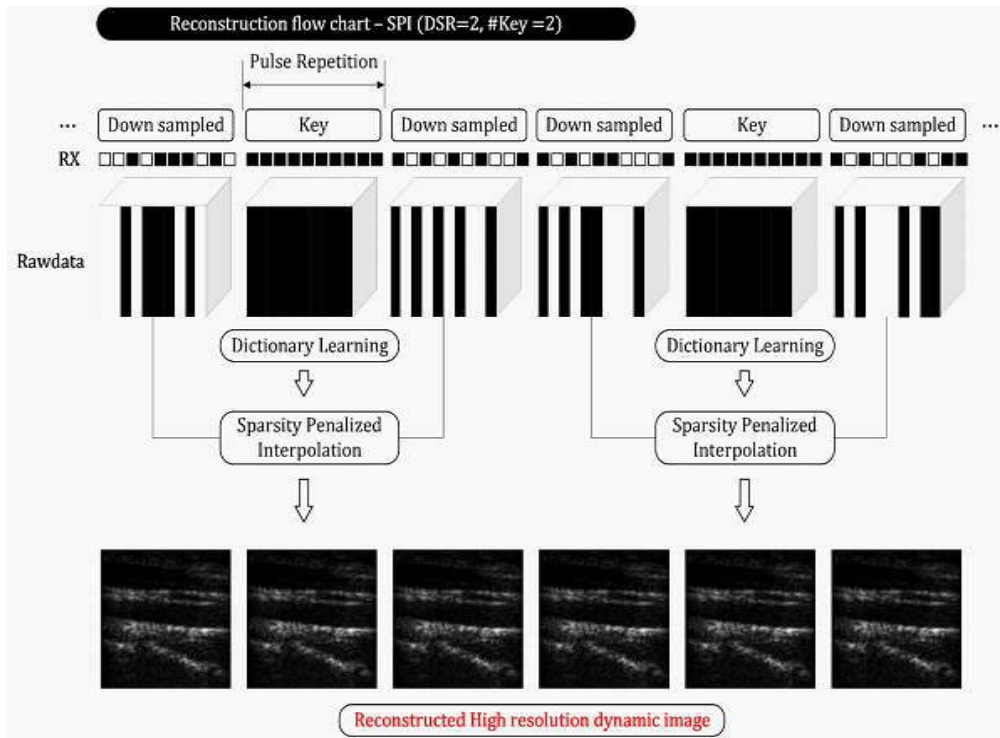
도면3



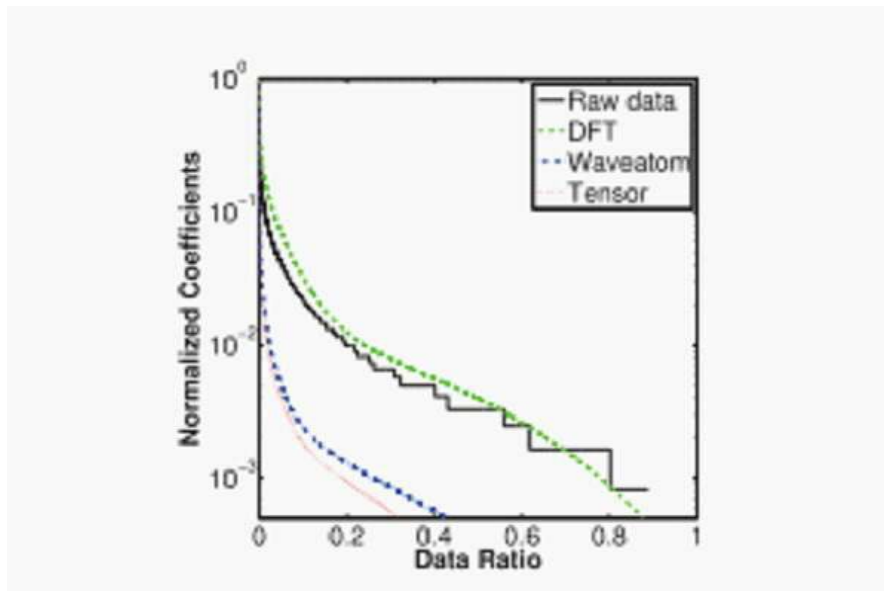
도면4



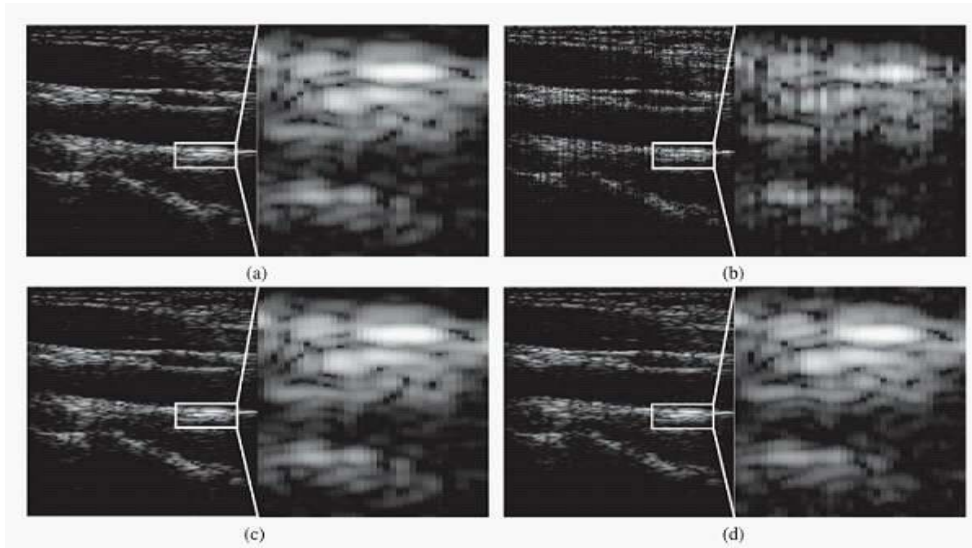
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题：超声波图像生成方法和超声波诊断装置。		
公开(公告)号	KR1020150042140A	公开(公告)日	2015-04-20
申请号	KR1020140136964	申请日	2014-10-10
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社 韩国科学技术院		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 科学与韩国高等科技研究院		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 科学与韩国高等科技研究院		
[标]发明人	YE JONG CHUL 예종철 JIN KYONG HWAN 진경환 HAN YO SEOB 한요섭 HONG YOON MI 홍윤미 LEE HYUN TAEK 이현택		
发明人	예종철 진경환 한요섭 홍윤미 이현택		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/06 A61B8/13		
CPC分类号	A61B8/52 A61B8/06 G01S15/8906		
优先权	61/889222 2013-10-10 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据一个实施例，交错下采样从探测器接收的响应信号，以获得滑轮采样的关键帧和下采样的帧间帧；基于所获得的关键帧，基于学习的方法（Dictionary将学习应用于感测矩阵，并且通过将稀疏性的重复恢复算法应用于感测矩阵和下采样帧间，在帧间内插入非采样数据。该方法包括：公开了一种用于生成超声图像的方法。

