

 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0095415 (43) 공개일자 2012년08월28일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A61B 8/00 (2006.01) G01S 7/52 (2006.01) G01S 7/531 (2006.01) G06F 19/00 (2011.01) (21) 출원번호 10-2012-7015140 (22) 출원일자(국제) 2010년11월16일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2012년06월12일 (86) 국제출원번호 PCT/EP2010/067529 (87) 국제공개번호 WO 2011/058186 국제공개일자 2011년05월19일 (30) 우선권주장 PCT/EP2009/065246 2009년11월16일 유럽특허청(EPO)(EP)	(71) 출원인 어드밴스드 메디컬 다이아그노틱스 홀딩 에스. 에이. 벨기에, 워터루, 비-1410, 드레브 데 라이첼 161, 워터루 오피스 파크 (72) 발명자 보레, 크리스 영국, 워킹 서레이 지유22 0제이제트, 폰드 로드, 포드워터 니르, 드로르 벨기에, 비-1410 워터루, 아베뉴 데스 베카세스 32 (뒷면에 계속) (74) 대리인 허용록

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 초음파 데이터 리샘플링 방법

(57) 요약

본 발명은 리샘플링을 위한 엔티앨라이징 또는 재구성을 위한 초음파 스캔 데이터의 다차원 필터링에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 a) n 개의 축을 갖고, 초음파 프로브(probe) 및 스캔 기하에 의하여 정의되며 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 샘플들이 균일하게 이격되는 오리지널 n -차원 샘플 좌표계에 의하여 정의되고, 빔 형성 시스템으로부터 획득되는 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 단계; b) 표적 n -차원 좌표계에서, 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격되는 원하는 표적 샘플 위치들을 정의하는 단계; c) 단계 (b)에서 정의된 상기 표적 샘플 위치들을 단계 (a)의 상기 오리지널 n -차원 샘플 좌표계로 맵핑하는 단계; d) 단계 (c)의 상기 맵핑된 타겟 샘플들의 위치들이 상기 오리지널 샘플 위치들 사이의 간단하고 정확한 정수 서브-간격들 상에 놓이도록 상기 맵핑된 타겟 샘플들의 위치들을 양자화하는 단계; e) 각각의 n -차원 공간들에서 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터의 상기 오리지널 샘플 좌표들 및 단계 (d)의 상기 원하는 표적 샘플 위치들을 이용하여, 나이퀴스트 샤논 샘플링 이론(Nyquist-Shannon Sampling Theory)의 적용에 따라, 선택적으로 n -차원 선형 필터가 오리지널 스캔 치수들 각각을 따라 분리 가능하도록, 가장 가까운 이웃들의 상기 오리지널 샘플 위치들에 대한 각각의 다른 표적 샘플마다 하나씩 n -차원 선형 필터 커널들의 세트를 설계하는 단계; f) 단계 (e)에서 설계된 상기 n -차원 선형 필터 커널들의 세트를 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터에 적용하여 각 필터가 상기 표적 샘플을 계산하는데 적용되어 리샘플링된 데이터를 얻는 단계를 포함하는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법을 제공한다.

(72) 발명자

니르, 리나

벨기에, 비-1410 워터루, 아베뉴 데스 베카세스
32

수리가, 마렉

벨기에, 비-1160 아우더그렘, 루에 데스 페체리스
105

특허청구의 범위

청구항 1

- a) n 개의 축을 갖고, 초음파 프로브(probe) 및 스캔 기하에 의하여 정의되며 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 샘플들이 균일하게 이격되는 오리지널 n -차원 샘플 좌표계에 의하여 정의되고, 빔 형성 시스템으로부터 획득되는 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 단계;
- b) 표적 n -차원 좌표계에서, 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격되는 원하는 표적 샘플 위치들을 정의하는 단계;
- c) 단계 (b)에서 정의된 상기 표적 샘플 위치들을 단계 (a)의 상기 오리지널 n -차원 샘플 좌표계로 맵핑하는 단계;
- d) 단계 (c)의 상기 맵핑된 타겟 샘플들의 위치들이 상기 오리지널 샘플 위치들 사이의 간단하고 정확한 정수 서브-간격들 상에 놓이도록 상기 맵핑된 타겟 샘플들의 위치들을 양자화하는 단계;
- e) 각각의 n -차원 공간들에서 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터의 상기 오리지널 샘플 좌표들 및 단계 (d)의 상기 원하는 표적 샘플 위치들을 이용하여, 나이퀴스트 샤논 샘플링 이론(Nyquist-Shannon Sampling Theory)의 적용에 따라, 선택적으로 n -차원 선형 필터가 오리지널 스캔 치수들 각각을 따라 분리 가능하도록, 가장 가까운 이웃들의 상기 오리지널 샘플 위치들에 대한 각각의 다른 표적 샘플마다 하나씩 n -차원 선형 필터 커널들의 세트를 설계하는 단계;
- f) 단계 (e)에서 설계된 상기 n -차원 선형 필터 커널들의 세트를 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터에 적용하여 각 필터가 상기 표적 샘플을 계산하는데 적용되어 리샘플링된 데이터를 얻는 단계를 포함하는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 n -차원 필터는 상기 오리지널 스캔 치수들 각각을 따라서 분리가 가능한 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 단계 (f)는 직접 합성적분에 의하여 수행되는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 단계 (f)는 다중 위상 구현을 이용하여 수행되는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 샘플 오리지널 좌표들은 두 좌표들 (샘플 위치, 빔 위치)에 의하여 정의되고, 샘플 위치는 빔의 가시선을 따라서 이어진 샘플의 오리지널 위치이고, 빔 위치는 기준 중앙 빔과 비교하여 빔의 오리지널 거리 또는 각이고, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 2D 선형 필터 커널인 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 샘플 오리지널 좌표들은 세 좌표들 (샘플 위치, 빔 위치, 프레임 위치)에 의하여 정의되고, 샘플 위치는 빔의 가시선을 따라서 이어진 상기 샘플의 오리지널 위치이고, 빔 위치는 기준 중앙 빔과 비교하여 빔의 오리지널 거리 또는 각이고, 프레임 위치는 기준 중앙 프레임과 비교하여 프레임의 거리 또는 각이고, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 3D 선형 필터 커널인 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 3D 필터 커널은 각 스캔 치수를 따라 측정의 특별한 물리적 특성들을 고려하여, 각각이

하나의 오리지널 스캔 치수에 대하여 구체적으로 설계된 세 개의 분리가능한 리샘플링 필터들을 조합함으로써 구성되는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 샘플 오리지널 좌표들은 네 좌표들 (샘플 위치, 빔 위치, 프레임 위치, 시간)에 의하여 정의되고, 샘플 위치는 빔의 가시선을 따라서 이어진 상기 샘플의 오리지널 위치이고, 빔 위치는 기준 중앙 빔과 비교하여 빔의 오리지널 거리 또는 각이고, 프레임 위치는 기준 중앙 프레임과 비교하여 프레임의 거리 또는 각이고, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 4D 선형 필터 커널인 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 엔티얼라이징 필터인 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 로우 패스 디지털 FIR 필터인 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 로우 패스-필터는 저지대역, 통과대역 및 저지대역 감쇠의 변수들을 통하여 특정되는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 로우-패스 필터는 샘플 레이트 및 통과대역 리플의 변수들을 통하여 더 특정되는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법.

청구항 13

3D 필터 커널 설계 모듈, 3D 리샘플링 및 필터 커널 구현 모듈, 및 3D 리샘플링 모듈을 포함하는 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하기 위한 장치.

청구항 14

- (a) 산란, 반사 또는 전송된 초음파 스캔 데이터를 획득하기 위한 적어도 하나의 수단;
- (b) 적어도 하나의 샘플링 모듈,
- (c) 3D 필터 커널을 설계하고 3D 리샘플링 및 필터 커널을 구현하도록 구성되고 3D 리샘플링 모듈을 포함하는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 초음파 처리 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 스케일링, 보간 및 간축(decimation)을 목표로 하는 리샘플링을 목적으로 엔티얼라이징 (antialiasing) 또는 재구성을 위한 초음파 스캔 데이터의 다차원 필터링에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단 영상 시스템은 심장병 전문의, 산과 전문의, 방사선 전문의, 및 심장, 성장 태아, 내부 복부 장기 및 기타 해부학적 구조의 검사를 위한 기타 전문의들에 의하여 널리 사용된다.

[0003] 종래의 초음파 영상 시스템은 초음파 에너지 파를 신체로 전송하여 이러한 에너지 파가 충돌하는 조직으로부터 산란된 초음파 에코 신호를 수신하는 초음파 트랜스듀서들의 어레이를 포함한다. 전송된 파는 각 트랜스듀서로부터 형상이 변경되고 시간이 맞추어져서 트랜스듀서 어레이 표면으로부터 방사되는(이 과정은 "빔 형성"으로 지칭) 초음파 빔("가시선들"이라고도 지칭)을 형성한다. 수신된 에코 신호는 또한 빔 형성 효과를 강

화하기 위하여 처리되고, 그 결과 수신된 신호는 가시선들을 따라 측정된 초음파 산란을 나타낸다.

- [0004] 수신된 신호들은 샘플링 및 디지털화되어 스캔된 체적 내의 공간 위치들에서 초음파 산란을 나타내는 샘플들의 어레이를 제공한다. 샘플들은 간격(보통 시간 간격, 공간 거리 또는 각도)만큼 분리된 특정 위치들(보통 공간 및 시간의 위치들)에서 신호의 측정을 제공한다.
- [0005] 초음파 데이터의 분석, 처리 또는 렌더링(rendering) 하는 데 일반적이거나 편리한 좌표계는 종종 오리지널 스캔 기하에 의하여 정의된 좌표계와 다르다. 그래서, 오리지널 샘플 데이터는 새로운 표적 좌표축들을 따라서 균일하게 이격된 위치들에서 샘플들의 어레이를 제공하기 위하여 리샘플링 되거나 처리되어야만 한다.
- [0006] 예를 들어, 초음파 데이터의 처리 및 렌더링을 위한 가장 일반적인 좌표계는 직교 데카르트 좌표계(표시들이 직교하는 경향을 띠고 대부분의 처리 알고리즘들은 직교 데카르트 입력을 띠기 때문에)이기 때문에 처리 또는 렌더링을 위한 준비시 데이터가 직교 데카르트 좌표계 내에 고르게 이격되도록 리샘플링 되어야만 한다. 직교 데카르트 샘플링된 좌표계는, 각 샘플이 동일 체적을 나타내기 때문에, 처리 및 분석을 위해서도 편리하다. 그래서, 이 경우, 오리지널 샘플 데이터는 직교 데카르트 좌표축을 따라서 균일하게 이격된 위치들에서 샘플들의 어레이를 제공하기 위하여 리샘플링 되어야만 한다.
- [0007] 초음파 영상의 한 샘플 세트는, 오리지널 세트의 간격보다 작거나 클 수 있고 샘플 위치가 입력 샘플들 사이에 놓일 수 있으며 일부 오리지널 샘플은 더 이상 원하지 않게 될 수 있는 더 크거나 더 작은 세트를 계산하기 위하여 사용될 것을 바라는 경우가 일반적이는데, 이는 리샘플링을 필요로 한다.
- [0008] 리샘플링 과정은 샘플들의 세트가 기저 연속 신호(underlying continuous signal)를 완전히 결정할 수 있는 조건들을 정의하는 나이퀴스트-샤논 샘플링 이론(Nyquist-Shannon Sampling Theory)(이하 샘플링 이론으로 지칭)의 요구들을 만족시켜야 한다. 특히, 샘플링 이론은 리샘플링 동안, 오리지널 및 새로운 샘플 간격에 따른 특징을 갖는 필터를 이용하여 입력 샘플이 필터링되어야 한다는 것을 요구한다.
- [0009] 초음파에서 리샘플링을 위한 필터를 설계하는 현재의 방법들은 샘플링 이론의 요구들을 만족시키도록 보일 수 없는 필터들을 사용한다. 오리지널 샘플들이 균일하게 이격되지 않기 때문에 샘플링 이론이 직접 적용될 수 없는, 초음파에서 필터링 및 리샘플링하는 현재의 방법들은 표적 좌표계에 관한 필터를 설계한다.
- [0010] 초음파 리샘플링을 위한 필터들을 설계하는 현재의 방법들은 만족스러운 시각적 표시를 생성하는 데 목적이 있다. "만족스러운(pleasing)"의 공식적인 정의는 없지만, 이는 보통 매끄러운 영역들과 잘 정의된 경계들을 보여주려는 경향이 있는 시각적 표시를 의미한다. 진짜 기저 데이터는 이러한 시각적으로 만족스러운 표시를 제공하기 위하여 왜곡되기 때문에 가치있는 정보가 손실되고 잘못된 인공물이 유입될 수 있다. 이러한 필터는 "스무딩(smoothing)"과 같은 불분명한 효과에 대한 논의를 통하여 설계되고, 샘플링 이론의 직접 적용을 특징으로 하지 않는다. 만족스러운 시각적 표시는 기저 신호가 완전히 결정되어야 한다는 것을 요구하지 않기 때문에, 특히, 샘플링 이론의 수학적 요구들은 만족되지 않는다.
- [0011] 초음파 리샘플링을 위한 일부 현재의 필터링 방법들은, 특징들이 샘플링 이론에 적용되는 것과 같이 직접 계산될 수 없고 그래서 샘플링 이론의 요구를 만족시키도록 나타낼 수 없는 ("메디안 필터"와 같은) 비선형 필터를 사용한다.
- [0012] 그러므로, 데이터가 왜곡되지 않고 가치 있는 정보가 손실되지 않도록 샘플링 이론의 요구들을 반영하면서 초음파 데이터를 리샘플링하기 위한 선형 필터를 설계하고 구현하기 위한 새로운 방법을 개발할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 따라서, 본 발명의 목적은 초음파 스캔 데이터의 리샘플링을 위한 선형 필터를 설계하고 구현하기 위한 새로운 방법 및 시스템을 제공하는 데에 있다. 또한, 본 발명의 목적은 선형기술의 단점들 중 적어도 하나를 극복하거나 개선하거나, 그에 대한 유용한 대안을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명은 n-차원 체적(이하 "nD"로 지칭), 예를 들어, (제한되지는 않지만) 3D 공간 체적에 이르는 초음파 스캔 데이터의 필터링 및 리샘플링에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 각 축을 따라서 샘플들이 그 축에 적합한 단위들로 균일하게 이격되는 좌표 기하들로부터 오리지널 샘플들이 균일하게 이격되지 않지만 새로운 표적 샘플

플들이 균일하게 이격될 다른 좌표 공간으로 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 것에 관한 것이다. 예를 들어, 본 발명은 스캔 기하와 자연스럽게 일치하는 비-데카르트 좌표계의 축들을 따라서 균일하게 분포되는 샘플들로부터 직교 데카르트 좌표계의 축들을 따라서 균일하게 분포되는 샘플들로 리샘플링하는 것에 관한 것이다. 실시예에서, 이러한 리샘플링은 오리지널 스캔 좌표계에서 설계된 엔티얼라이징 및 재구성 필터들을 사용한다.

- [0015] 본 발명은 기저 신호가 나이퀴스트-샤논 샘플링 이론의 요구에 따라서 완전히 결정된 상태로 있고 그의 효과들이 선형 수학적 모델들을 이용하여 쉽게 계산될 수 있는 방식으로 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 방법에 관한 것이다.
- [0016] 특히, 본 발명은,
- [0017] a) n 개의 축을 갖고, 초음파 프로브(probe) 및 스캔 기하에 의하여 정의되며 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 샘플들이 균일하게 이격되는 오리지널 n -차원 샘플 좌표계에 의하여 정의되고, 빔 형성 시스템으로부터 획득되는 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 단계;
- [0018] b) 표적 n -차원 좌표계에서, 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격되는 원하는 표적 샘플 위치들을 정의하는 단계;
- [0019] c) 단계 (b)에서 정의된 상기 표적 샘플 위치들을 단계 (a)의 상기 오리지널 n -차원 샘플 좌표계로 맵핑하는 단계;
- [0020] d) 단계 (c)의 상기 맵핑된 타겟 샘플들의 위치들이 상기 오리지널 샘플 위치들 사이의 간단하고 정확한 정수 서브-간격들 상에 놓이도록 상기 맵핑된 타겟 샘플들의 위치들을 양자화하는 단계;
- [0021] e) 각각의 n -차원 공간들에서 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터의 상기 오리지널 샘플 좌표들 및 단계 (d)의 상기 원하는 표적 샘플 위치들을 이용하여, 나이퀴스트 샤논 샘플링 이론(Nyquist-Shannon Sampling Theory)의 적용에 따라, 선택적으로 n -차원 선형 필터가 오리지널 스캔 치수들 각각을 따라 분리 가능하도록, 가장 가까운 이웃들의 상기 오리지널 샘플 위치들에 대한 각각의 다른 표적 샘플마다 하나씩 n -차원 선형 필터 커널들의 세트를 설계하는 단계;
- [0022] f) 단계 (e)에서 설계된 상기 n -차원 선형 필터 커널들의 세트를 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터에 적용하여 각 필터가 상기 표적 샘플을 계산하는데 적용되어 리샘플링된 데이터를 얻는 단계를 포함하는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법에 관한 것이다.
- [0023] 본 방법은 기저 신호가 완전히 결정된 상태로 있고 정보의 왜곡이나 손실없이 더 처리되어 분석될 수 있는 장점을 가진다. 이는 상기 방법이 샘플링 이론을 직접 적용하여 필터들이 설계될 수 있도록 하기 때문이다.
- [0024] 본 발명과는 대조적으로, 선행기술의 방법들은 원하는 표적 좌표계에서 리샘플링 필터들을 설계하는데, 이러한 좌표계에서 오리지널 샘플들은 불균일하게 이격되기 때문에 (균일한 샘플 간격을 추정한) 샘플링 이론을 사용한 필터 설계는 가능하지 않다. 그래서, 이들 필터들은 정보의 왜곡 또는 손실로 귀결되지 않도록 나타내어질 수 없다. 본 발명자들은 샘플링 이론 및 재구성을 위한 샤논의 방법(Shannon's method)을 직접 적용함으로써 기저 신호가 완전히 결정된 상태로 있고 정보의 왜곡이나 손실없이 더 처리되어 분석될 수 있다는 것을 증명하였다.
- [0025] 본 방법은 최소 데이터 크기에 대해 최대 정보를 유지할 수 있어 저장 요구 및 계산이 최소로 유지될 수 있도록 하는 추가적인 장점을 가진다. 이는 기저 신호를 완전히 결정하기 위하여 필요한 샘플들의 최소 수 및 필요한 필터 설계가 샘플링 이론 및 필터 길이 추정(예를 들어, 카이저의 방법(Kaiser's method))의 적용에 의하여 직접 계산될 수 있기 때문이다.
- [0026] 본 발명과는 대조적으로, 선행기술은 기저 신호를 완전히 결정하는데 필요한 샘플들의 최소 수를 계산하기 위하여 샘플링 이론을 직접 적용할 수 없고, 그 결과 필요한 것보다 더 많은 샘플들이 사용될 수 있거나, 신호가 왜곡되거나 정보가 손실될 수 있다.
- [0027] 아울러, 본 방법은 수학적으로 올바르고 샘플링 이론을 만족시키는 장점을 가지기 때문에 엄격한 수학적 분석을 받을 수 있다.
- [0028] 또한, 본 방법은, 표적 샘플들의 균일한 간격 때문에, 다상 구현을 이용한 n -차원 필터 커널을 직접 적용하여 계산적으로 효율적인 구현을 제공하는 장점을 가진다.

- [0029] 그에 반하여, 선행기술의 방법들에서는 오리지널 샘플들이 필터 커널에 대해 불균일한 간격을 가지며, 이는 필터 구현을 복잡하게 한다.
- [0030] 본 발명은 또한, 초음파 스캔 데이터를 다양한 오리지널 n -차원 스캔 기하 및 샘플 공간들로부터 추가적인 처리하기 편리하며, 샘플링 이론의 척도 및 초음파 스캐닝 과정의 물리적 특징들에 따라서 오리지널 정보를 유지하면서 데이터의 양을 감소시키는 균일한 n -차원 샘플 그리드(대개 직교 데카르트 좌표이나 유일한 것은 아님)로 리샘플링하기 위한 장치 및 시스템을 제공한다. 본 발명은, 처리하기 편리하고 진짜 정보의 과도한 손실없이 처리될 데이터의 양을 감소시키는 n -차원의 샘플 공간을 제공함으로써, n -차원 초음파 스캔 데이터의 표시, n -차원 초음파 스캔 데이터로부터 특징들의 추출, 및 n -차원 초음파 스캔 데이터의 분석을 크게 간소화시킨다.
- [0031] 본 발명은 특히 3D 필터 커널 설계 모듈, 3D 리샘플링 및 필터 커널 구현 모듈, 및 3D 리샘플링 모듈을 포함하는 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하기 위한 장치를 제공한다. 바람직하게는, 본 발명은 본원에서 정의된 것처럼, 본 발명에 따라 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 방법을 수행하도록 구성된 장치를 제공한다.
- [0032] 본 장치는 또한
- [0033] (a) 산란, 반사 또는 전송된 초음파 스캔 데이터를 획득하기 위한 적어도 하나의 수단;
- [0034] (b) 적어도 하나의 샘플링 모듈, 및
- [0035] (c) 3D 리샘플링 모듈을 포함하고, 3D 필터 커널을 설계하고 3D 리샘플링 및 필터 커널을 구현하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 초음파 처리 시스템을 제공한다. 바람직하게는, 상기 프로세서는 본 발명에 따른 상기 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 방법을 수행하도록 구성된다.
- [0036] 이제 본 발명이 더 설명될 것이다. 본 발명의 다른 양태들이 아래에 더욱 상세히 정의된다. 명백히 조합되지 않는다고 나타내지 않는 이상, 그렇게 정의된 각 양태는 임의의 다른 양태 또는 양태들과 조합될 수 있다. 특히, 바람직하거나 유리한 것으로 나타난 임의의 특징은 바람직하거나 유리한 것으로 나타난 임의의 다른 특징 또는 특징들과 조합될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명은 기저 신호가 나이퀴스트-샤논 샘플링 이론의 요구에 따라서 완전히 결정된 상태로 있고 그의 효과들이 선형 수학적 모델들을 이용하여 쉽게 계산될 수 있는 방식으로 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 방법에 관한 것이다. 예를 들어, 샘플 레이트(rate) 변환의 표준 방법들이 사용될 수 있다. 샘플 레이트 변환의 적합한 표준 방법들은 크로키에르 및 라비너(Crochiere and Rabiner)가 저자인 “멀티레이트 디지털 신호 처리(Multirate Digital Signal Processing)”, ISBN 0-13-605162-6에 설명되어 있다.
- [0038] 샤논의 샘플링 정리(클라우드 이 샤논(Claude E Shannon)이 저자인 "노이즈 존재시 통신(Communication in the presence of noise)", Proc IRE, vol 37, No 1, Jan 1949, reprinted in Proc IEEE, Vol 86, No. 2, February 1998)는 대역이 제한된 신호는 균일한 간격으로 이격된 샘플들에 의하여 완전히 결정된다고 명시한다(오펜하임 및 샤퍼(Oppenheim and Schaffer)가 저자인 'Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall, ISBN 0-13-216771-9). 즉, 푸리에 변환이 W 보다 높은 주파수를 포함하지 않는 함수 $f(t)$ 에 의하여 신호가 표시되면, 이 신호는 $W/2$ 만큼 이격된 지점들의 세트에서 그의 세로 좌표들(샘플들)에 의하여 완전히 결정된다. 간격 $W/2$ 는 나이퀴스트 간격이라고 지칭되고, 신호가 완전히 결정되는 샘플들 간 가장 큰 간격이다. 이처럼, 나이퀴스트 간격은 샘플들의 최소 수, 그리고 그러므로 데이터의 최소량이 신호를 완전히 결정하는 샘플 간격을 나타낸다. 게다가, 샘플링 이론은 샘플 간격이 균일한(즉, 모든 샘플들이 같은 거리만큼 이격된) 경우에 대하여 입증된다. 본원에서 사용된 것처럼, "대역이 제한된(band-limited)"이란 용어는 신호의 푸리에 변환 또는 파워 스펙트럼 밀도가 특정의 한정된 주파수 이상에서 0(즉, 신호의 푸리에 변환 또는 파워 스펙트럼 밀도가 한정된 지원을 가진다)이라는 것을 의미한다. 본원에서 사용된 것처럼, "완전히 결정된(completely determined)"이란 용어는 임의 좌표에서 오리지널 신호의 값이 샘플들로부터 재구성될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0039] 본 발명에 따르면, 리샘플링 동안, 입력 샘플들은 오리지널 및 새로운 샘플 간격에 따른 특징들을 가지며 샤논의 스펙을 따라 설계되어야만 하는 재구성 필터들을 이용하여 필터링된다. 적합한 재구성 필터들은, 예를 들어 클라우드 이 샤논(Claude E Shannon)이 저자인, Proc IRE, vol 37, No 1, 1949년 1월과 오펜하임 및 샤퍼(Oppenheim and Schaffer)가 저자인, "이산 시간 신호 처리(Discrete Time Signal Processing), Prentice

Hal1, ISBN 0-13-216771-9에 설명되어 있다.

- [0040] 일 실시예에서, 본 발명은,
- [0041] (a) n 축들을 갖고, 프로브 및 스캔 기하(이하 "오리지널 스캔 좌표계"로 지칭)에 의하여 자연스럽게 정의되고, 샘플들이 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격되는 오리지널 n -차원 샘플 좌표계에 의하여 정의되고, 빔 형성 시스템으로부터 획득되는 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 단계;
- [0042] (b) 표적 n -차원 좌표계에서, 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격된 원하는 표적 샘플 위치들을 정의하는 단계;
- [0043] (c) 단계 (b)에서 정의된 상기 표적 샘플 위치들을 단계 (a)의 상기 오리지널 n -차원 샘플 좌표계로 맵핑하는 단계;
- [0044] (d) 단계 (c)의 상기 맵핑된 표적 샘플들의 위치들이 상기 오리지널 샘플 위치들 사이의 간단하고 정확한 정수 서브-간격들 상에 놓이도록 (또한 그에 따라 상기 오리지널 스캔 좌표계의 각 축을 따라서 (그 축에 적절한 단위들로 측정될 때) 균일한 간격을 가지는 것으로 설명될 수 있도록) 상기 맵핑된 표적 샘플들의 위치를 양자화하는 단계;
- [0045] (e) 각각의 n -차원 공간들에서 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터의 상기 오리지널 샘플 좌표들 및 단계 (b)의 상기 새로 원하는 표적 샘플 위치들(이들 간격들은 상기 위치 양자화 단계 (d)를 통하여 양 경우에 균일하게 되었음)을 이용하여, 나이퀴스트-샤는 샘플링 이론의 적용에 따라서, 필터들이 각 축 치수를 따라서 분리가능하도록 n -차원 선형 필터 커널을 설계하는 단계;
- [0046] (f) 단계 (e)에서 설계된 상기 n -차원 선형 필터 커널을 단계 (a)의 상기 샘플링된 데이터에 적용하여 (이는 최소 계산으로 귀결됨), 리샘플링된 데이터를 얻는 단계를 포함하는 초음파 스캔 데이터 리샘플링 방법에 관한 것이다.
- [0047] 본원에서 사용된 것처럼, "리샘플링(re-sampling)"이란 용어는 새로 원하는 샘플 위치들에서 얻어질 수 있었던 샘플들을 (오리지널 데이터 샘플들로부터) 계산하는 과정을 말한다.
- [0048] 실시예에서, 본 방법은 빔 형성 시스템으로부터 획득된 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 단계 (a)를 포함한다.
- [0049] 샘플 위치들과 단위들은 프로브(probe) 및 스캔 기하에 의하여 결정되고, 스캔 기하와 일치하고 샘플들이 좌표축 각각을 따라 (그 축에 자연스러운 단위들에 따라서) 균일하게 이격되는 좌표계를 이용하여, 가장 쉽게 설명된다. 예를 들어, 공통 중심으로부터 삼차원으로 방사하는 빔을 생성하는 프로브 및 스캔 기하는 구형 극좌표계를 이용하여 가장 쉽게 설명된다: 방사상 치수는 초음파 스캔 가시선의 축(본원에서 "축" 치수라고도 지칭) 및 프레임 내에서 빔들의 각 위치들(본원에서 "방위각" 치수라고도 지칭)과 프레임들의 각 위치(본원에서 "고도(elevation)" 치수라고도 지칭)를 나타내는 두 개의 각 치수들과 정렬된다.
- [0050] 본 발명에서 다음 단계들은: (b) 표적 n -차원 좌표계에서, 각 축을 따라서 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격된 원하는 표적 샘플 위치들을 정의하는 단계; 및 (c) 상기 표적 샘플 위치들을 상기 오리지널 좌표계로 맵핑하는 단계를 포함한다.
- [0051] 본원에서 사용된 것처럼, "맵핑(mapping)"이라는 용어는 오리지널 샘플 좌표계의 좌표계를 이용하여 표적 샘플 위치들을 표현하는 것을 의미한다. 이들 맵핑된 표적 샘플 위치들의 각각에서 오리지널 신호는 이제 샤는의 방법 또는 다른 표준 방법에 따라서 설계된 재구성 필터를 이용하여 재구성될 수 있다. 재구성 필터는 오리지널 스캔 좌표계에서 설계된다.
- [0052] 본 발명에서 다음 단계는: (d) 상기 맵핑된 표적 샘플들의 위치들이 상기 오리지널 샘플 위치들 사이의 간단하고 정확한 정수 서브-간격들 상에 놓이고 상기 오리지널 스캔 좌표계의 각 축을 따라서 (그 축에 적절한 단위들로 측정될 때) 균일한 간격을 가지는 것으로 설명될 수 있도록 상기 맵핑된 표적 샘플들의 위치를 양자화하는 단계를 포함한다. 이제 각 표적 샘플은 그의 이웃들에 상대적인 위치("상대적인 위치"는 표적 좌표들 및 그의 가장 가까운 이웃들의 각각의 좌표들 사이의 차이를 의미함)를 가진다. 그의 이웃들에 상대적인 표적 샘플의 각 위치에는 다른 재구성 보간 필터가 필요할 수 있다. 이는 잠재적으로 많은 재구성 필터들 -각각의 고유하고 상대적인 표적 샘플 위치에 마다 하나씩-이 필요했었을 것이라는 것을 의미한다. 그러나, 오리지널 좌표계에서 계산된 표적 샘플 위치들이 양자화되면(의미: 대략 한정된 수정 정밀도까지 근사됨), 고유하고 상대적인 위치들의 수 및 그에 따라 요구되는 고유한 재구성 필터들의 수가 제한될 수 있다. 예를 들어, 오리지널

스캔 좌표들이 간격 d 의 정수배로 이격되고, 이후 표적 샘플 좌표들이 소수 첫째 자리의 수치 정밀도까지 양자화되면, 10개의 상대적 위치들만이 존재하고 그에 따라 10개의 요구된 보간 필터들만이 존재할 것이다.

[0053] 본원에서 사용된 것처럼, "양자화(quantizing)"라는 용어는 약간의 수치 정밀도로 좌표로서 표현된 위치를 하위 수치 정밀도로 변환하는 것을 의미한다. 본원에서 "위치들을 양자화하는 것"은(오리지널 스캔 기하에서) 표적 샘플들의 좌표들을 약간의 수치 정밀도로 계산한 다음, 하위 수치 정밀도로 변환하는 것을 의미한다. 예를 들어, 좌표들이 32-비트 IEEE 부동 소수점 수치 정밀도까지 계산되면, 좌표들은 16-비트 정수 또는 16-비트 분수의 고정 소수점 정밀도까지 양자화될 수 있다.

[0054] 단계 (d)의 위치의 양자화는 요구되는 단계 (e)의 다른 재구성 필터 커널들의 수를 감소시킨다. 그의 이웃들에 상대적인 표적 샘플의 각각의 위치에는 다른 재구성 보간 필터를 필요로 한다. 위치 양자화는 상대적인 위치들의 수를 감소시키므로 보간 필터들의 수를 감소시킨다. 예를 들어, 오리지널 스캔 좌표들이 간격 d 의 정수배로 이격되고, 이후 표적 샘플 좌표들이 소수 첫째 자리의 수치 정밀도까지 양자화되면, 10개의 고유한 보간 필터들만이 존재할 것이다.

[0055] 실시예에서, 양자화된 점들 모두가 실제로 나중에 사용될 수 있는 것은 아니다. 즉, 이들 잠재적인 양자화 점들의 일부만이 필요하다(또는 사용된다). 예를 들어, 양자화된 점들의 전체 그리드(full grid)는 표적 그리드의 확대집합일 수 있다.

[0056] 본 발명에서 다음 단계는: (e) 각각의 n -차원 공간들(이들 간격들은 양 경우에 위치 양자화 단계를 통하여 균일하게 되었음)에서 오리지널 샘플 간격들 및 새로 원하는 표적 샘플 위치들에 근거하여, 엔티얼라이징 또는 재구성을 수행하는데 샘플링 이론의 적용에 따라서, n -차원의 선형 필터 커널들, 바람직하게는 n -차원 선형 필터 커널들(바람직하게는 가장 가까운 이웃들의 오리지널 샘플 위치들에 상대적인 각각의 다른 표적 샘플 위치마다 하나씩)의 세트를 설계하는 단계를 포함하며, 상기 설계 단계는 선택적으로 각 축 차원을 따라서 필터들이 분리 가능하도록 수행될 수 있다.

[0057] 본원에서 사용된 것처럼, "선형(linear)"이란 용어는 선형 연산자들의 사용에 근거한 수학적 모델을 의미한다.

[0058] 본원에서 사용된 것처럼, "필터"라는 용어는 선형 연산자가 신호에 적용된다는 것을 의미한다. 이는, 제한되지는 않지만: "필터 커널"로 신호를 합성적분(convolution)하는 연산; 신호의 푸리에 변환을 필터 커널의 푸리에 변환의 켤레 복소수와 곱하는 것에 의한 직접 푸리에 도메인 합성적분의 연산; 또는 표준 텍스트들에서 설명된 것과 같은 다른 등가적인 방법들(예를 들어, 오펜하임 및 샤퍼(Oppenheim and Schaffer)가 저자인, "이산 시간 신호 처리(Discrete Time Signal Processing)", Prentice Hall, ISBN 0-13-216771-9)을 포함한다.

[0059] 본원에서 사용된 것처럼, "커널"이란 용어는, 예를 들어, 직접 합성적분에 의하여; 신호의 푸리에 변환을 필터 커널의 푸리에 변환의 켤레 복소수와 곱하는 것에 의한 푸리에 도메인 합성적분에 의하여; 또는 표준 텍스트들(예를 들어, 오펜하임 및 샤퍼(Oppenheim and Schaffer)가 저자인, "이산 시간 신호 처리(Discrete Time Signal Processing)", Prentice Hall, ISBN 0-13-216771-9)에서 설명된 것과 같은 다른 등가적인 방법들에 의하여 신호와 합성적분되는 한정된 수들의 세트를 의미한다.

[0060] 본원에서 사용된 것과 같은 "필터 커널"이란 용어는 필터 "계수" 또는 필터 "임펄스 응답"으로도 지칭될 수 있다(스티븐 W 스미스(Steven W Smith)가 저자인, "디지털 신호 처리에 대한 과학자 및 공학자의 가이드(The Scientist's and Engineer's Guide to Digital Signal Processing)", ISBN 0-9660176-4-1).

[0061] 바람직하게, 설계는 필터들이 각 축 치수를 따라서 분리 가능할 수 있도록 수행된다. 분리 가능성(separability)은 각 치수에서 설계 재구성 필터들을 독립적으로 허용하는 장점을 가진다.

[0062] 본원에서 사용된 것처럼, "분리 가능한(separable)"이란 용어는 n -차원의 재구성 필터 커널의 설계가 오리지널 스캔 좌표계의 차원들의 각각을 따라서 1차원 필터 커널들을 별도로 설계하고, 이후 값 1로 초기화된 n -차원의 커널 샘플들의 세트를 가져와서 각각의 1차원 필터 커널과 연속적으로 곱하는 과정과 등가인 과정에 의해 상기 별도의 1차원 필터들을 조합함으로써 그 커널의 차원의 방향으로 n -차원 커널을 생성하여 수행될 수 있다는 것을 의미한다(필터들에 적용될 때 "분리성"의 정의를 위한, 스티븐 W 스미스(Steven W Smith)가 저자인, "디지털 신호 처리에 대한 과학자 및 공학자의 가이드(The Scientist's and Engineer's Guide to Digital Signal Processing)", ISBN 0-9660176-4-1). 분리가 가능한 1차원 커널들을 조합하여 nD 커널을 생성하는 과정은 nD 데이터 세트를 nD 행렬로서 각 $1D$ 필터 커널을 $1D$ 행렬(또는 벡터)로서 간주하고 결과적인 nD 행렬과 각 $1D$ 행렬의 크로넬커 텐서 곱(Kronecker tensor product)을 연속적으로 계산함으로써 설명될 수 있다 (마리 L

보아스(Mary L Boas)가 저자인, "물리과학을 위한 수학적 방법(Mathematical Methods for the Physical Sciences)", ISBN 0-471-04409-1).

- [0063] 본 발명에서 다음 단계는: (f) 예를 들어, 직접 합성적분에 의하여, 예를 들어, 다상 구현을 이용하여 상기 n 차원의 선형 필터를 상기 샘플링된 데이터에 적용하고(바람직하게는, n -차원의 선형 필터들의 세트를 적용하고), (이는 최소 계산으로 귀결됨), 그에 의하여 리샘플링된 데이터를 얻는 것을 포함한다.
- [0064] 본원에서 사용된 것처럼, "합성적분(convolution)"이란 용어는 x 에서의 하나의 함수를 ($u-x$)에서의 다른 함수와 곱한 것의 지원 구간에 대한 적분을 의미한다. 실시예에서, 합성적분은 구체적으로는 x 에서의 신호를 ($u-x$)에서의 필터 커널과 곱한 것의, 지원 구간에 대한 적분을 의미할 수도 있다(스티븐 W 스미스(Steven W Smith)가 저자인, "디지털 신호 처리에 대한 과학자 및 공학자의 가이드(The Scientist's and Engineer's Guide to Digital Signal Processing)", ISBN 0-9660176-4-1).
- [0065] 실시예에서, 상기 방법은, 기저 신호가 완전히 결정된 상태로 있도록 샘플링 이론의 직접 적용에 의하여, 오리지널 스캔 좌표계의 좌표 축들에 관한 입력 및 출력 샘플 양자에 대하여 (그 축에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일한 샘플 간격들에 근거하여, 스캔 기하의 자연 공간에서 설계되고 적용된 n -차원(nD 로도 지칭됨) 필터들을 이용하는 일관된 n -차원 샘플 공간으로 초음파 데이터의 리샘플링 및 보간을 포함한다.
- [0066] 실시예에서, 기저 신호가 완전히 결정된 상태로 있는 것을 확인하면서 데이터를 리샘플링하기 위해서는, 샘플링 이론은, 오리지널 샘플 간격들 및 표적 샘플 간격이 모두 균일한 경우 오리지널 샘플 간격들 및 표적 샘플로부터 쉽게 계산될 수 있는 특징을 가진 엔티얼라이징 및 재구성 필터들로 데이터가 필터링될 것을 요구한다.
- [0067] 그러나, 표적 nD 공간에서, 오리지널 샘플들은 불균일하게 이격되고, 그래서 샘플링 이론은 표적 nD 좌표 공간에서 요구되는 엔티얼라이징 및 재구성 필터들을 설계하기 위하여 직접 적용될 수 없다.
- [0068] 그러나, 오리지널 샘플들은 오리지널 스캔 좌표 기하 공간에서 균일하게 이격되고, 그래서 샘플링 이론은 오리지널 스캔 좌표 공간에도 적용되어야만 하는 필터들을 설계하기 위하여 그 오리지널 스캔 좌표 공간에 직접 적용될 수 있다. 그리고, 그렇게 설계되고 적용되는 필터는 새로운 표적 좌표 공간에서 원하는 균일한 간격으로 새로운 샘플들을 계산함으로써 데이터를 리샘플링하기 위하여 사용될 수 있다. (오리지널 스캔 좌표 공간에서 필터들을 설계하고 구현하지만, 새로운 표적 좌표 공간에서 균일하게 이격된 새로운 샘플들을 계산하기 위하여 이들 필터들을 적용하는) 이러한 조합 단계는 샘플들이 균일하게 이격될 것을 요구하는 샘플링 이론의 직접 적용을 허용한다.
- [0069] 상기 방법에 따르면, 원하는 표적 샘플들의 위치들은 오리지널 스캔 좌표계에 대하여 불균일하다. 그래서, 오리지널 스캔 좌표계에서 오리지널 샘플들 간 간격의 간단하고 정확한 정수 분율인 편리하고 잘 정의된 위치 상에 놓이도록 모든 새로 원하는 표적 샘플들의 위치들에 대한 근사치들을 계산하는 위치 양자화가 적용된다. 예를 들어, 새로 원하는 샘플 위치들은 오리지널 샘플 간격의 $1/4$ 또는 $1/5$ 이 되는 위치들로 근사치가 계산되도록 양자화될 수 있다. 이러한 위치-양자화 단계는 입/출력 샘플 모두가 균일하게 이격될 것을 요구하는 샘플링 이론의 직접 적용을 허용한다.
- [0070] 상기 방법에 따르면, nD 필터 커널은 오리지널 샘플 및 원하는 표적 샘플의 균일한 샘플 레이트에 근거한 샘플 이론의 적용에 따라서 특징들이 결정되는 분리가 가능한 선형 필터들을 오리지널 스캔 치수들 각각을 따라서 조합함으로써 설계될 수 있다.
- [0071] 상기 방법에 따르면, 상기 nD 필터 커널은 직접 합성적분에 의하여, 각각의 원하는 표적 리샘플링된 위치를 중심으로 필터 커널을 두고서 nD 합성적분(곱의 합)을 계산함으로써 적용될 수 있다. 위치 양자화 단계는 각 nD 필터 계수가 위치-양자화된 공간에서 정확한 샘플 위치와 사실상 일치하게 한다. 또한, nD 필터 커널은 nD 다상 필터로서 구현될 수 있다.
- [0072] 본 발명의 실시예는 3D 비-데카르트 스캔 기하로부터 3D 직교 데카르트 기하로 데이터를 리샘플링한다.
- [0073] 오리지널 샘플은 nD 공간의 단일 위치에서 신호를 나타내는 지점(제로 차원의-0D)이다.
- [0074] 예를 들어, 오리지널 스캔 샘플들의 nD 그리드는 빔형성 과정을 이용하여 트랜스듀서들에 의하여 조사된 빔을 따라서 샘플들로부터 구성될 수 있다.
- [0075] 빔은 샘플들의 1D 라인이다. 빔은 또한 일반적으로 "가시선(line of sight)"으로 지칭된다.

- [0076] 트랜스듀서들의 어레이는 트랜스듀서들의 배열 및 빔 형성 과정에 의하여 정의되는 기하를 가진 2D 빔 프레임을 조사한다.
- [0077] 프레임들이 트랜스듀서 어레이의 이동(회전 또는 옮김)에 의하여 주사되거나, 트랜스듀서 어레이 자체가 2D이면, 이들 프레임들은 세가지 특별한 치수들을 자연스럽게 정의하는 3D스캔을 형성하며, 여기서 샘플들은 상기 치수들 각각을 따라 (그 치수(전형적으로는 공간 거리, 각, 또는 시간)에 적합한 단위들로 측정될 때) 균일하게 이격된다.
- [0078] 4D 스캔은 완전한 3D 체적들을 시간 간격(시간은 본 예에서 4번째 치수임)으로 측정함으로써 수행될 수 있다.
- [0079] 각 스캔 기하는 n -차원 좌표계로 나타내어질 수 있다.
- [0080] 예를 들어, 각 샘플의 위치가 세 가지의 좌표들 (A, B, C)로 특정될 수 있는 3D 좌표계.
- [0081] 4D 직교 데카르트 좌표계는 (x, y, z, t)로 표시된다.
- [0082] 일부 스캐너 기하들은 원형 배열들을 포함한다: 원형 배열들은 스캐닝 동안 트랜스듀서 어레이의 회전 운동 또는 트랜스듀서 어레이에 대한 원형 중 어느 하나이다: 일부는 둘 모두를 가진다.
- [0083] 그러한 기하들은 극좌표들에 의하여 가장 잘 표현된다. 예를 들어, 자신의 라인에 평행한 축을 중심으로 회전하는 트랜스듀서들의 선형 어레이는 실린더형 극좌표들 (r , θ , z) (여기서 z 는 트랜스듀서 위치, θ 는 회전 각, 그리고 r 은 빔을 따라 이어진 거리)로 가장 잘 표현되는 실린더형 샘플 공간을 정의할 것이다.
- [0084] 스캔 기하에 의하여 자연스럽게 정의되는 1D, 2D, 3D, 또는 4D 공간에서 샘플의 위치는 하나, 둘, 셋 또는 네 개의 좌표들에 의하여 고정될 수 있다.
- [0085] 샘플 위치(빔을 따라서)는 빔의 가시선(LOS)을 따라서 이어진 거리(빔의 가시선(즉, 빔의 근원으로부터 샘플의 거리(빔 내 샘플의 위치))을 따라서 이어진 샘플의 오리지널 위치)이고,
- [0086] 빔 위치(센서 어레이를 따라서)는, 기준 중앙 빔에 대하여, 트랜스듀서 라인 또는 빔의 각을 따라서 이어진 거리이다.
- [0087] 프레임 위치(스캐닝 방향을 따라서)는 스캔 라인 또는 스캔 각을 따라서 기준 중앙 프레임에 대하여, 이어진 거리이다.
- [0088] 시간은 빔, 프레임 또는 체적의 획득 시간이다. 1D, 2D 또는 3D 공간 샘플 스캔들에 각각 적용될 때, 시간은 2 번째, 3 번째, 또는 4 번째 치수일 수 있다.
- [0089] 샘플 위치는 보통 선형 거리이고, 반면에 빔 위치(때때로 "가시선" 위치로 지칭됨) 및 프레임 위치는 스캔 기하에 따른 선형 거리 또는 각이다.
- [0090] 2D 공간 스캔에서, 임의의 개별적인 샘플의 위치는 좌표(샘플위치(SamplePosition), 빔위치(BeamPosition))로 정의된다.
- [0091] 3D 공간 스캔에서, 임의의 개별적인 샘플의 위치는 세 가지 좌표들 (샘플위치(SamplePosition), 빔위치(BeamPosition), 프레임위치(FramePosition))로 정의된다.
- [0092] 4D 공간/시간 스캔에서, 임의의 개별적인 샘플의 위치는 네 가지 좌표들 (샘플위치(SamplePosition), 빔위치(BeamPosition), 프레임위치(FramePosition), 시간(Time))로 정의된다.
- [0093] 2D 공간 스캔을 위한 본 발명의 일 실시예에서, 상기 샘플 오리지널 좌표들은 위에서 정의된 것처럼, 두 가지 좌표들 (샘플 위치, 빔 위치)로 정의되고, 상기 적어도 하나의 nD 선형 필터는 2D 선형 필터 커널이다.
- [0094] 본 실시예에서, 새로 리샘플링된 값의 위치는 그의 2D 직교 데카르트 좌표 (리샘플(Resample) X), 리샘플 Y)로 표시될 수 있다.
- [0095] 본 발명의 다른 실시예에서, 상기 샘플 오리지널 좌표들은 세 가지 좌표들 (샘플 위치, 빔 위치, 프레임 위치)로 정의되고, 여기서 샘플 위치는 빔의 가시선을 따라서 이어진 샘플의 오리지널 위치(빔의 근원으로부터 샘플의 거리(빔 내 샘플의 위치)이고, 빔 위치는 기준 중앙 빔과 비교하여 빔의 오리지널 거리 또는 각이고, 프레임 위치는 기준 중앙 프레임과 비교하여 프레임의 거리 또는 각이고, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 3D 선형 필터 커널이다.
- [0096] 이러한 실시예는, 오리지널 스캔 기하에서 각 오리지널 스캔 좌표의 연장에 의하여 자연스럽게 정의되는 형상

및 오리지널 스캔 치수들과 자연스럽게 정렬되는 축들을 가진 3D 필터 커널 체적에 근거한 필터링으로 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 것을 포함한다.

- [0097] 새로 리샘플링된 값의 위치는 그의 3D 직교 데카르트 좌표들로 표현될 수 있다:
- [0098] (리샘플(Resample) X , 리샘플 Y , 리샘플 Z)
- [0099] 이러한 리샘플 기하에서, 새로운 리샘플들은 균일하게 이격되지만 오리지널 스캔 샘플들은 불균일하게 이격된다.
- [0100] 새로 리샘플링된 값의 위치는 또한 오리지널 스캔 기하에서 그의 3D 좌표들로 표현될 수 있다:
- [0101] (리샘플샘플위치, 리샘플빔위치, 리샘플프레임위치)
- [0102] 새로운 리샘플은 임의의 오리지널 스캔 샘플의 위치와 반드시 정확하게 일치하지는 않지만, 오리지널 샘플들은 오리지널 스캔 치수들의 각각을 따라서 균일하게 이격된다.
- [0103] 샘플링 이론에 따르면, 리샘플은 오리지널 스캔 치수들을 따라서 필터링 및 리샘플링에 의하여 계산될 수 있다. 이는 각 스캔 치수를 따라서 이어진 형상이 그 치수만의 요구들에 의하여 결정되는 3D 필터 커널을 이용한 필터링과 등가이다. (즉, 필터들은 각 오리지널 스캔 치수에서 분리가능하다).
- [0104] 실시예에서, 3D 필터 커널은 각 스캔 치수를 따라서 측정의 특별한 물리적 특성들을 고려하여, 각각이 하나의 오리지널 스캔 치수에 대하여 구체적으로 설계된 세 개의 분리가능한 리샘플링 필터들을 조합함으로써 구성된다. 바람직하게는, 상기 3D 필터 커널은 또한 샘플링 이론의 요구들을 고려하여, 세 개의 분리가능한 리샘플링 필터들을 조합함으로써 구성된다.
- [0105] 필터 커널 축들은 오리지널 스캔 치수들과 정렬되고 그러한 스캔 치수들은 직교하기 때문에, 이 방법은 2D 또는 3D 필터 설계가 각 치수마다 하나씩 둘 또는 세 개의 1D 필터 설계들로 성공적으로 분리될 수 있도록 하는데, 필터 설계를 크게 간소화한다.
- [0106] 이 방법은 오리지널 스캔 기하에 의하여 부여된 특별한 방향들에서 특정 필터링을 올바르게 적용하여, 샘플 이론의 요구들에 따라서 오리지널 샘플들에 의하여 표현되었던 연속적인 기저 초음파 신호의 완전한 결정을 최대로 계속 유지한다.
- [0107] 각 치수에서 리샘플링은 그 치수를 따라서 새로운 리샘플 및 가장 가까운 오리지널 샘플 사이의 거리에 의하여 결정되는 필터 샘플 레이트로 설계되는 계수를 가진 필터를 요구한다. 많은 필터 샘플 레이트들은, 오리지널 스캔 치수들에서 구체화된 것처럼, 실시예에서, 리샘플의 가능한 위치를 양자화함으로써 본 발명의 방법이 이 수를 해당 치수를 따라서 오리지널 스캔 샘플 레이트의 (작은) 배수로 제한하는 결과를 낼 수 있다. 이 배수는 필터레이트멀티플라이어(FilterRateMultiplier)로 지칭되고 가변 모수(variable parameter)일 수 있다.
- [0108] 또 다른 실시예에서, 샘플 오리지널 좌표들은 네 가지 좌표들 (샘플 위치, 빔 위치, 프레임 위치, 시간)에 의하여 정의되고, 여기서 샘플 위치는 빔의 가시선을 따라서 이어진 샘플의 오리지널 위치(빔의 근원으로부터 샘플의 거리(빔 내 샘플의 위치))이고, 빔 위치는 기준 중앙 빔과 비교하여 빔의 오리지널 거리 또는 각이고, 프레임 위치는 기준 중앙 프레임과 비교하여 프레임의 거리 또는 각이고, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 4D 선형 필터 커널이다. 실시예에서, 리샘플링 방법은 이웃하는 오리지널 스캔 샘플들로부터 값들을 근거로 3D 필터 커널을 적용한다. 필터 형상은 세 가지 스캔 치수들 각각을 따른 샘플 이론(엔티얼라이징), 물리(초음파 파장은 실제 해상도까지 근본적 한계를 나타냄), 및 정규화(DC 신호의 값은 필터링 후 같아야만 한다)를 고려하는 것을 근거로 설계된다.
- [0109] 실시예에서, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 엔티얼라이징 필터이다.
- [0110] 바람직한 실시예에서, 상기 적어도 하나의 선형 필터는 로우 패스 디지털 FIR 필터이다.
- [0111] 실시예에서, 이러한 로우 패스-필터는 다음 변수들을 통하여 특징된다: 저지대역, 통과대역, 및 저지대역 감쇠. 바람직하게는, 이러한 로우 패스-필터는 다음 변수들을 통하여 특징된다: 샘플 레이트, 저지대역, 통과대역, 통과대역 리플 및 저지대역 감쇠. 실시예에서, 상기 통과대역은 각 치수에서 입력 및 출력 샘플 레이트들에 근거한 샘플링 이론에 의하여 요구되는 것보다 낮아야만 한다. (샘플링 이론이 기저 신호가 완전히 결정될 것을 요구함에 따라) 저지대역 감쇠는 인정되지 않은 주파수들이 사실상 거부되는 정도이다.

- [0112] 바람직한 실시예에서, 본 발명에서의 사용을 위한 로우-패스 필터는 5개의 변수들을 통하여 특정된다:
- [0113] ■ 샘플 레이트: 구현을 위한 샘플 레이트
- [0114] ■ 통과대역: 값들이 "변하지 않고" 있는 최고 주파수
- [0115] ■ 통과대역 리플: 통과대역 내에서 허용되는 최대 변화량
- [0116] ■ 저지대역: 성분들이 감쇠되지 않는 최저 주파수
- [0117] ■ 저지대역 감쇠: 저지대역을 넘어선 최소 감쇠
- [0118] 본 발명은 처리하기 편리하고 진짜 정보의 과도한 손실없이 처리될 데이터의 양을 감소시키는 3D 데카르트 샘플 간격을 제공함으로써, 3D 초음파 스캔 데이터 표시, 3D 초음파 스캔 데이터로부터 특징들의 추출, 및 3D 초음파 스캔 데이터의 분석을 간소화하는 장점을 가진다.
- [0119] 본 발명은 또한,
- [0120] 빔형성 시스템으로부터 획득된, 오리지널 좌표들에 의하여 정의된 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 단계,
- [0121] 상기 샘플 오리지널 좌표들 각각을 따라서 적어도 하나의 선형 필터를 상기 샘플링된 데이터에 적용하는 단계, 및
- [0122] 조직을, 예를 들어, 정상 또는 비정상 조직으로 특성화하기 위하여 하나 이상의 특성화 알고리즘을 이용하여 상기 리샘플링된 데이터를 처리하는 단계를 포함하는 조직 특성화를 위한 방법을 제공한다.
- [0123] 본 발명의 실시예에 따르면, 특성화 알고리즘을 이용한 상기 처리 단계는 렌더링 및 3D 재구성 알고리즘들이 적용되기 전에 상기 리샘플링된 데이터에 적용된다.
- [0124] 상기 리샘플링된 데이터는 조직 특성화 프로세서에 의하여 분석될 수 있다. 바람직하게는, 상기 리샘플링된 데이터는 악성 거동을 갖는 것으로 의심받는 위치들을 결정하도록 구성되는 프로세서에 의하여 분석될 수 있다. 이러한 적용에 따라, 근본적인 조직의 형태학에 해당하는 특징의 수학적 특징들이 추출된다. 특성화 알고리즘은 엔트로피, FET 변수들, 웨이블릿(wavelets) 변수들, 상호관련 척도들과 같은 특징들의 계산에 근거할 수 있고, 악성의 또는 비악성의 조직으로서 분류될 분석된 조직의 확률을 양론화하기 위하여 조절된다.
- [0125] 실시예에서, 특성화 알고리즘들은 푸리에 분석, 웨이블릿 분석 및 엔트로피 분석을 포함하는 군으로부터 선택된다. 특성화 알고리즘은 다른 조직 병적 측면들을 검출하도록 설계된다. 건강한 조직과 같은 소정 조건에 관련 있는 특성화 특징들, 및 악성 조직과 관련 있는 그러한 특성화 특징들이 식별된다. "설계된(designed)"의 의미는 두 가지 병리학적 현상들을 가장 잘 분리하고 있는 그러한 특징들의 식별 및 선택이다.
- [0126] 관심 있는 영역을 식별하기 위한 적합한 특성화 알고리즘들은 검출될 질병의 전형적인 조직 형태학에서의 변경에 의하여 유도되는 후방산란된 에너지에서의 변화에 충분히 민감하다. 적합한 특성화 알고리즘들은 그의 요지가 본원에 참고로 포함되어 있는 미국특허 제6,785,570호 및 PCT 출원 제W0 2004/000125호에 설명된다. 특성화를 위한 적합한 프로그램은 HistoscanningTM 장치(벨기에의 위터루에 있는 Advanced Medical Diagnostics)에 설치된 특성화 소프트웨어이다.
- [0127] 본 발명은 또한 3D 필터 커널 설계 모듈, 3D 리샘플링 및 필터 커널 구현 모듈, 및 3D 리샘플링 모듈을 포함하는 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하기 위한 장치를 제공한다. 상기 장치는 3D 필터 커널을 설계하고, 3D 리샘플링 및 필터링을 구현하도록 구성된 하나 이상의 프로세서일 수 있다. 상기 프로세서들은 하나의 컴퓨터 또는 둘 이상의 컴퓨터들에 제공될 수 있다.
- [0128] 본 발명은 또한,
- [0129] (a) 반사되거나 전송된 초음파 스캔 데이터를 획득하기 위한 적어도 하나의 수단; (b) 적어도 하나의 샘플링 모듈; 및 (c) 3D 리샘플링 모듈을 포함하고, 3D 필터 커널을 설계하고, 3D 리샘플링 및 필터 커널을 구현하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 초음파 처리 시스템을 제공한다.
- [0130] 실시예에서, 상기 샘플링 모듈은 상기 적어도 하나의 프로세서 내에 포함된다.
- [0131] 본 발명은 또한,
- [0132] a) 빔형성 시스템으로부터 획득된, 오리지널 좌표들에 의하여 정의된 샘플링된 초음파 스캔 데이터를 얻는 기

능, 및

- [0133] b) 상기 샘플 오리지널 좌표들 각각을 따라서 적어도 하나의 선형 필터를 상기 샘플링된 데이터에 적용하는 기능을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 스캔 데이터의 리샘플링을 위한 컴퓨터-실행가능한 코드를 포함하는 컴퓨터 독취가능 매체를 제공한다.
- [0134] 본 발명은 또한, (a) 반사되거나 전송된 초음파 스캔 데이터를 획득하기 위한 적어도 하나의 수단; (b) 적어도 하나의 샘플링 모듈; 및 (c) 3D 리샘플링 모듈을 포함하고, 3D 필터 커널을 설계하고, 3D 리샘플링 및 필터 커널을 구현하고, 상기 조직을 정상 또는 비정상 조직으로 특성화하도록 구성된 적어도 하나의 특성화 알고리즘을 이용하여 상기 리샘플링된 데이터를 처리하는 프로세서를 포함하는 조직 특성화를 위한 시스템을 제공한다.
- [0135] 본 방법, 시스템 및 장치는 (샘플링 이론이 쉽게 적용될 수 있도록) 스캔 치수들 및 그에 따른 좌표 축들이 직교하고 샘플들이 균일하게 이격된 오리지널 스캔 기하에서 설계 및 구현을 함으로써, 3D 초음파 스캔을 위한 3D 리샘플링 필터들의 분석, 설계 및 구현을 간략화하는 장점들을 가진다.
- [0136] 스캔 치수들 및 그에 따른 좌표축들이 직교하고 샘플들이 균일하게 이격되기 때문에, 본 발명은 샘플링 이론에 따른 리샘플링 필터들의 엄격한 설계를 허용한다.
- [0137] 본 방법과 장치는 스캔 데이터에서 압축된 오리지널 진짜 정보를 적절하게 나타내는 최소 데이터를 선택하는 초음파 스캐닝 과정의 물리적 특성들로부터 각 오리지널 스캔 치수에 대한 샘플링 이론의 요구들을 구체적으로 반영하고 선험적 지식을 올바르게 적용하기 때문에, 진짜 정보의 과도한 손실없이 처리될 데이터의 양을 감소시킨다. 실시예에서, 데이터의 양은 5의 인자만큼 감소된다.
- [0138] 본 발명은 기저 신호가 완전히 결정된 상태로 있기 때문에, 샘플링된 데이터가 정보의 왜곡이나 손실없이 더 처리되고 분석될 수 있도록 한다. 조직의 특성화와 같은 측정들이 기저 신호의 정확한 결정에 의존하는 처리 또는 분석에 대한 그 측정들의 효능을 신뢰하는 임의의 경우에서 이는 이익이다. 그에 반하여, 선행기술에서는, 필터들이 샘플링 이론의 직접 적용에 의하여 쉽게 설계될 수 없기 때문에, 기저 신호가 샘플들에 의하여 완전히 결정된 상태로 있지 않을 수도 있다. 또한, 선행기술의 방법들은 원하는 표적 좌표계에서 필터들의 리샘플링을 설계하는데, 이러한 좌표계에서 오리지널 샘플들은 불균일하게 이격되고 그래서 (균일한 샘플 간격을 추정) 샘플링 이론을 이용한 필터 설계가 가능하지 않다. 그래서, 정보의 왜곡 또는 손실로 귀결되지 않도록 이들 필터들을 나타낼 수 없다.
- [0139] 예를 들어, 본 방법은 최소 데이터 크기를 대해 최대 정보를 유지할 수 있어 저장 요구 및 계산이 최소로 유지될 수 있도록 하는 추가적인 장점을 가진다. 이는 기저 신호를 완전히 결정하기 위하여 필요한 샘플들의 최소 수, 및 필요한 필터 설계가 샘플링 이론 및 필터 길이 추정(예를 들어, 카이저의 방법(Kaiser's method))의 적용에 의하여 직접 계산될 수 있기 때문이다. 본 발명과는 대조적으로, 선행기술은 기저 신호를 완전히 결정하는 데 필요한 샘플들의 최소 수를 계산하기 위하여 샘플링 이론을 직접 적용할 수 없고, 그 결과 필요한 것보다 더 많은 샘플들이 사용될 수 있거나, 신호가 왜곡 또는 정보가 손실될 수 있다. 이런 식으로, 본 발명은, 저장 요구들을 감소시킬 수도 있고 스캔 시간을 감소시킬 수도 있는, 요구되는 최소 데이터 크기의 공식적인 분석을 허용한다.
- [0140] 예를 들어, 본 발명은 다양한 오리지널 n -차원 스캔 기하 및 샘플 간격들로부터 추가적인 처리에 편리하고 샘플링 이론의 척도 및 초음파 스캐닝 과정의 물리적 특징들에 따라서 오리지널 정보를 유지하면서 데이터의 양을 감소시키는 균일한 n -차원 샘플 그리드(종종, 직교 데카르트 좌표뿐만이 아니라)로 초음파 스캔 데이터를 리샘플링하는 것을 쉽게 한다. 본 발명은 처리하기 편리하고 진짜 정보의 과도한 손실없이 처리될 데이터의 양을 감소시키는 n -차원의 샘플 간격 표시를 제공함으로써, n -차원 초음파 스캔 데이터의 표시, n -차원 초음파 스캔 데이터로부터 특징들의 추출, 및 n -차원 초음파 스캔 데이터의 분석을 크게 간소화시킨다.
- [0141] 어떠한 식으로든 본 발명의 범위를 제한하지 않는 다음의 예에 의하여 본 발명이 이제 설명될 것이다.
- [0142] 예
- [0143] 본 발명의 실시예에 따른 필터링 및 리샘플링은 동일 필터가 모든 방향에서 적용된다는 것에 근거한다. 이는 리샘플링이 스캔 기하와 무관하고 오리지널 데이터에 존재하는 모든 샘플 레이트들을 고려하는 장점을 가진다. 필터링 및 리샘플링은 구형의 필터 커널(커널은 필터 계수들의 어레이, 이 경우 3D 어레이임)이다.
- [0144] 본 예는 전립선 초음파 스캐닝에 근거한다. 본 예는 리샘플링된 위치들을 오리지널 기하로 보내어 그 오리지

널 기하에서 필터들을 설계하여 적용한다.

- [0145] 전립선 스캔에서 오리지널 샘플의 위치는 구형 극 공간에서 세 개의 좌표들로 표시될 수 있다. (샘플포스(SamplePos), 빔포스(BeamPos), 프레임포스(FramePos))
- [0146] 여기서
- [0147] 샘플포스(SamplePos)는 빔들의 (상상된) 근원으로부터 가시선 거리(mm 단위)이고,
- [0148] 빔포스(BeamPos)는 "중앙 빔"에 대한 빔의 각(라디안 단위)이고,
- [0149] 프레임포스(FramePos)는 "중앙 빔"에 대한 프레임의 각(라디안 단위)이다.
- [0150] 새로 리샘플링된 값의 위치는 그의 3D 직교 데카르트 좌표 (x, y, z)로 표현될 수 있지만, 또한 구형 극 좌표 (r, θ, ϕ)로 정의될 수도 있다.
- [0151] 이러한 구형 극 기하에서, 오리지널 샘플들은 그 치수들 각각을 따라서 균일하게 이격된다. 이러한 리샘플은 빔 근원으로부터 방사되는 가상 가시선 상에 놓인다.
- [0152] 이러한 빔의 각은 (θ, ϕ)에 의하여 정의되고, θ 도 ϕ 도 반드시 임의의 오리지널 BeamPos 또는 FramePos와 각각 반드시 일치할 필요는 없다. 리샘플의 방사상 거리는 r 에 의하여 정의되고, r 은 임의의 오리지널 샘플포스(SamplePos)와 반드시 일치하지 않는다.
- [0153] 3D 필터 커널은 그의 치수들이 세 개의 필터들, 즉 가시선을 따르는 필터, 빔 간격을 따르는 필터 및 프레임 간격을 따르는 필터에 의하여 설정된다.
- [0154] 요구되는 필터링 및 리샘플링의 세 가지 치수들은 "사각뿔" 기하(r, θ, ϕ)를 정의하고 3D 필터 커널은 이러한 사각뿔을 통한 슬라이스(slice)이다.
- [0155] 피라미드 슬라이스의 높이는 가시선 필터의 길이이고 고정된다. 두 가지 다른 치수들은 프레임간 및 빔간 필터들의 길이에 의하여 고정된다: 이들 치수들에서, 간격은 각이다.
- [0156] 리샘플링 과정은, 피라미드의 중앙에 있는 새로운 리샘플을 계산하기 위하여 가중치들을 주변의 오리지널 샘플들에 적용하는 사각뿔 필터를 적용할 때, 알 수 있다. 그러나, 리샘플링 과정은 오리지널 스캔 치수들 각각을 따르는 리샘플링인 것으로 여겨질 수도 있다: 이 경우 각 리샘플링 당 하나씩 세 개의 별도의 1-D 필터들을 사용한다. 이들 세 개의 1-D 필터들은 이후 필요한 3D 사각뿔 피라미드 필터를 생성하기 위하여 조합될 수 있다.
- [0157] 새로운 샘플들을 계산할 때, 두 가지 경우, 즉 업-샘플링(최초로 측정되었던 것보다 더 많은 샘플들이 보간되어야 하는)과 다운-샘플링(오리지널 샘플들 중 일부가 버려져야 하는)을 볼 수 있었다. 두 경우에서, 신호는 로우-패스 필터로 필터처리 되어야 한다.
- [0158] 본 발명에서 사용된 로우-패스 필터는 존재할 수 없는 주파수 성분들을 제거한다. 다운-샘플링을 하기 위하여, 오리지널 샘플들은 로우-패스 필터로 필터처리되고, 이후 오리지널 샘플들 중 일부는 버려진다. 다운-샘플링을 위한 로우-패스 필터는 새로운 샘플 레이트의 반보다 높은 주파수를 제거한다. 이는 컷-오프(cut-off)가 오리지널 샘플 레이트의 반에 이르는 어디에서나 변할 수 있다는 것을 의미한다. 업-샘플링을 하기 위하여, 새로운(더 높은 샘플 레이트) 샘플 위치들에 0들이 보간되고, 이후 로우-패스 필터로 필터처리된다. 업-샘플링을 위한 로우-패스 필터는 오리지널 샘플 레이트의 반보다 높은 주파수를 제거한다. 이러한 컷-오프는 새로 업-샘플링된 레이트에 상관없이 고정된다.
- [0159] 전립선 스캔을 위하여, 필터들을 위한 세 가지 방향들이 가시선(mm 단위의 거리)과 가시선을 가로지르는 두 방향(본 예에서 라디안 단위의 각)을 따라서 적용된다.
- [0160] 본 예들에서 사용하기 위한 로우-패스 디지털 FIR 필터는 5 가지 변수들을 통하여 특정될 수 있다:
- [0161] 샘플 레이트: 구현을 위한 샘플 레이트
- [0162] 통과대역: 값들이 "변하지 않는" 최고 주파수
- [0163] 통과대역 리플: 통과대역 내에서 허용되는 최대 변화량
- [0164] 저지대역: 성분들이 감쇠되지 않는 최저 주파수

- [0165] 저지대역 감쇠: 저지대역 넘어선 최소 감쇠
- [0166] 가장 낮은 오리지널이고, 새로 리샘플링된 샘플 레이트들은 본 필터 설계에서 다음과 같은 경계를 설정한다:
- [0167] 가장 낮은 오리지널 샘플 레이트: 요구되는 가장 낮은 컷-오프
- [0168] 리샘플 레이트: 요구되는 가장 높은 컷-오프
- [0169] 가시선 필터
- [0170] 가시선 필터는 가시선 샘플 간격 및 리샘플 간격에 의하여 결정된다. 전립선 스캔을 위하여, 가시선 샘플 간격은 mm 당 22.7 샘플들의 샘플 레이트인 0.044 mm로 고정되고, 리샘플 간격은 5 사이클/mm의 샘플 레이트인 0.200 mm이고, 그래서 4.54만큼 다운 샘플링한다.
- [0171] 이 경우, 샘플 간격 및 리샘플 간격 모두 고정되고 리샘플 레이트가 더 낮아서, 요구되는 컷-오프는 하기와 같이 고정된다:
- [0172] 가시선 컷-오프 = 2.50 사이클/mm
- [0173] 가시선 필터 샘플 레이트 = 22.7 샘플/mm
- [0174] 통과대역 폭은 1 샘플/mm로 이루어지고, 2 사이클/mm의 통과대역을 만든다. 앞서 추천된 변수들로 이러한 컷-오프를 적용하고,
- [0175] 통과대역: 2
- [0176] 저지대역: 2.5
- [0177] 통과대역 리플: 6 dB
- [0178] 저지대역 감쇠: = 20 dB
- [0179] 샘플 레이트 = 22.7 샘플/mm
- [0180] Fdatool을 이용하여 등리플(equiripple) 필터를 설계하여, 8 계수들을 필요로 하는 필터를 제공한다.
- [0181] 인터빔 및 인터프레임 필터
- [0182] 인터-빔 필터는 빔 간격 및 리샘플 각 간격에 의하여 결정된다. 업-샘플링 및 그의 통과대역이 인터-빔 간격에 의하여 결정될 때, 가장 좁은 로우-패스 필터가 요구된다.
- [0183] 변수들은 다음과 같다:
- [0184] 리샘플 각 샘플 레이트 = 500 샘플/라디안
- [0185] 빔 레이트 = 200 빔/라디안
- [0186] 프레임 레이트 = 333 프레임/라디안
- [0187] 이들 간격은 업-샘플링이 (2.5 및 1.5의 인자들에 의하여) 이들 방사상 방향으로 일어날 것이라는 것을 의미한다.
- [0188] 저지대역의 10%인 통과대역이 설정된다.
- [0189] 인터-빔 필터(즉, 단일 프레임 내의 빔들을 위한)를 위하여, 필터는 다음과 같이 특정될 수 있다:
- [0190] 통과대역: 90 샘플/라디안
- [0191] 저지대역: 100 샘플/라디안
- [0192] 통과대역 리플: 6 dB
- [0193] 저지대역 감쇠 = 20 dB
- [0194] 샘플 레이트 = 500 샘플/라디안
- [0195] 그리고 인터-프레임 필터(즉, 인접한 프레임들 간)를 위하여:
- [0196] 통과대역: 150 샘플/라디안

[0197] 저지대역: 166 샘플/라디안

[0198] 통과대역 리플: 6 dB

[0199] 저지대역 감쇠 = 20 dB

[0200] 샘플 레이트 = 500 샘플/라디안

[0201] 이들은 각각 8과 5 계수들을 필요로 하는 필터들을 제공한다.

[0202] 필터 커널

[0203] 필터 커널은 3D이다. 필터 커널은 각 치수에서 필터 계수들로 변조함으로써 계산될 수 있다. 예를 들어:

[0204] 1. 가시선 치수에 있는 모든 컬럼들을 가시선 계수들로 채우는 것에 의하여

[0205] 2. 빔 방향에서 가시선을 빔 필터와 곱하는 것에 의하여, 그리고

[0206] 3. 프레임 치수에서 가시선을 프레임 필터와 곱하는 것에 의하여.

[0207] 이는 필터 계수들의 3D 행렬을 생성한다. 이들은 새로운 리샘플 값을 계산할 때 주변의 샘플들에게 가중치들로서 적용될 수 있다.

专利名称(译)	标题：超声数据重采样方法		
公开(公告)号	KR1020120095415A	公开(公告)日	2012-08-28
申请号	KR1020127015140	申请日	2010-11-16
申请(专利权)人(译)	预支付给医疗的钻石是在玩政治待命.A.		
当前申请(专利权)人(译)	预支付给医疗的钻石是在玩政治待命.A.		
[标]发明人	BORE CHRIS NIR DROR NIR RINA SULIGA MAREK		
发明人	보레,크리스 니르,드로르 니르,리나 수리가,마렉		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S7/531 G06F19/00		
CPC分类号	A61B8/00 G01S7/52034		
优先权	PCT/EP2009/065246 2009-11-16 WO		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及用于重新采样的抗锯齿或重建的超声扫描数据的多维滤波。

特别地，本发明是一种 n 具有轴，该超声波探头（探针）和由扫描几何形状限定，使得每个轴（ n 维原始样品），样品是均匀间隔的，如通过在轴向适当的单位测量获得由坐标系定义并从波束形成系统获得的采样超声扫描数据；b）在目标 n 维坐标系中，沿每个轴定义所需的目标样本位置（以适合于该轴的单位测量），以均匀间隔；c）将步骤（b）中定义的目标样本位置映射到步骤（a）的原始 n 维样本坐标系；d）在步骤（c 映射目标样本）的位置是包括以下步骤的原始样品位置之间简单而准确的恒定亚：量化目标样本的位置的映射，以躺在间隔；E）每采样数据的原始坐标，并使用所希望的目标采样点，奈奎斯特香农采样定理（奈奎斯特 - 香农采样理论）的 n 维空间（d）服装组在步骤（a）的相位的样品唯一地根据用于一组选择性 n 维线性滤波器的原始扫描尺寸以允许分离沿着每个，大部分的近邻对于每个不同的目标样本的每个的原始抽样位置，一维线性滤波器核的正该方法包括设计；F）在步骤（e 设计）通过从步骤施加在采样数据滤波器核的线性组正尺寸（a）包括每一个过滤器，以获得重新采样数据的步骤被施加到计算目标样品并提供了一种超声波扫描数据重采样方法。