



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년04월18일  
 (11) 등록번호 10-1612763  
 (24) 등록일자 2016년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 A61B 8/08 (2006.01) G06T 11/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-0186417(분할)  
 (22) 출원일자 2014년12월22일  
 심사청구일자 2015년04월01일  
 (65) 공개번호 10-2015-0023212  
 (43) 공개일자 2015년03월05일  
 (62) 원출원 특허 10-2012-0027927  
 원출원일자 2012년03월19일  
 (30) 우선권주장 13/051,706 2011년03월18일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌 US06511426 B1  
 US20080125659 A1

(73) 특허권자 지멘스 메디컬 솔루션즈 유에스에이, 인크.  
 미국 펜실베이니아 앨버튼 리버티 블러바드 40 (우 : 19355)  
 지멘스 코포레이션  
 미국 뉴저지 이슬턴 170 우드 에비뉴 사우스 (우:08830)  
 (72) 발명자 스미쓰-카셈, 메르빈  
 미국 98058 워싱턴 쉐튼 에스이 132 플레이스 18515  
 엘정, 패트릭  
 미국 08540 뉴저지 프린스턴 네슬레우드 웨이 31 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인 특허법인 남앤드남, 정현주, 이시용

전체 청구항 수 : 총 11 항

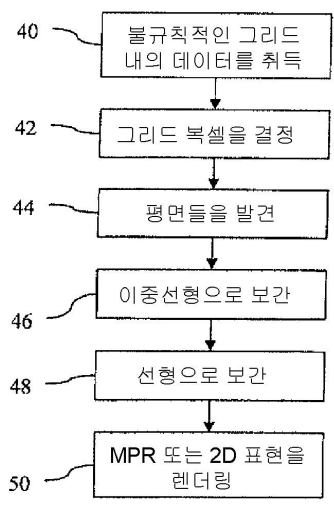
심사관 : 박승배

**(54) 발명의 명칭 불규칙한 초음파 샘플링 그리드들에 대한 3 - 차원 재구성**

**(57) 요약**

이미징을 위해, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드가 3-차원 그리드로 재구성된다. 나선형 트랜스듀서를 이용하여 취득(40)된 볼륨 데이터는 하나의 차원을 따라서 이격된 데이터의 분수 오프셋(fractional offset)을 포함하고, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드가 야기된다. 균일한 그리드 상의 그리드 포인트에 대한 복셀 값을 결정(42)하기 위해, 두 개의 인접한 평면들이 식별(44)된다. 두 개의 평면들 내의 샘플 위치들은 정렬되지 않으며, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드 상에 있다. 그래픽스 프로세싱 유닛(12)과 같은 하드웨어 가속 디바이스들이 평면들 각각 내에서 이중선형 보간(46)을 수행한다. 각각의 평면의 데이터는 그리드 포인트와 대응하는 적절한 전역 방위각-거리 좌표로 보간(46)된다. 각각의 평면으로부터의 이중선형으로 보간된 값들은 그 다음에 그리드 포인트로 선형으로 보간(48)된다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**스토르되르, 길라우메**

미국 08536 뉴저지 플레인스보로 라벤스 크레스트  
드라이브 2818

**모, 지안-후아**

미국 94303 캘리포니아 팔로 알토 엘시노어 드라이  
브 975

**맥더모트, 브루스**

미국 98008 워싱턴 벨리뷰 에스이 168 애브뉴 2928

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드(ultrasound sampling grid)로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템(system)으로서,

제1 평면 및 제2 평면 내의 샘플 위치(sample location)들을 표현하는 초음파 데이터(ultrasound data)를 저장하도록 구성된 메모리(memory)(14, 20) - 상기 제1 평면 및 상기 제2 평면은 제1 차원에서 떨어져 이격되고, 상기 샘플 위치들은, 상기 제1 평면의 상기 샘플 위치들이 상기 제2 평면의 상기 샘플 위치들로부터 상기 제1 차원과 상이한 제2 차원을 따라서 분수 거리(fractional distance)만큼 오프셋(offset)되도록, 상기 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드를 포함함 -; 및

그래픽스 프로세싱 유닛(graphics processing unit)(12)의 프래그먼트 프로세서(fragment processor) - 상기 프래그먼트 프로세서는 상기 제1 평면 및 상기 제2 평면의 이중선형으로 보간된 샘플들로부터 데카르트 그리드(Cartesian grid)로 선형으로 보간하도록 구성됨 -

를 포함하는,

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드는, 상기 제1 평면의 상기 샘플 위치들이 상기 제2 평면의 상기 샘플 위치들로부터 상기 분수 거리만큼 오프셋되도록, 선형 어레이(linear array)의 길이방향 축을 중심으로 비틀린 상기 선형 어레이를 따라서 있는 상이한 조리개(aperture)들로부터의 스캐닝(scanning)으로부터 취득된 샘플들을 포함하는,

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 프래그먼트 프로세서는 그래픽스 프로세싱 유닛(12)의 일부이고, 상기 그래픽스 프로세싱 유닛(12)은 상기 데카르트 그리드의 그리드 포인트(grid point)들을 표현하는 데이터로부터 이미지(image)를 렌더링(render)하도록 구성되고, 상기 데카르트 그리드는 규칙적으로 이격된 3-차원 그리드인,

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 프래그먼트 프로세서는, 상기 제1 평면 및 상기 제2 평면의 초음파 데이터로부터 상기 제1 평면 및 상기 제2 평면의 이중선형으로 보간된 샘플들을 각각 이중선형으로 보간하도록 구성되고, 상기 이중선형으로 보간된 샘플들은 상기 데카르트 그리드의 포인트들에 가장 근접한 상기 제1 평면 및 상기 제2 평면 상의 포지션(position)들에 대한 것인,

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

선형으로 보간하도록 구성되어 있는 상기 프래그먼트 프로세서는 상기 제1 평면과 상기 제2 평면 사이의 상기

데카르트 그리드의 그리드 포지션들로 선형으로 보간하는 것(48)을 포함하는,  
불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,

상기 프래그먼트 프로세서는, 상기 데카르트 그리드가 복셀 값(voxel value)들로 파플레이팅(populate)되도록 평면들의 다른 쌍들에 대하여 이중선형 보간을 수행하고 그리고 상기 선형 보간을 수행하도록 구성되는,

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템.

**청구항 7**

컴퓨터 판독가능한 저장 매체(computer readable storage medium)로서,

하드웨어 가속된(hardware accelerated) 3-차원 재구성을 위해, 프로그래밍된 프로세서(programmed processor)에 의해 실행될 수 있는 명령들을 표현하는 데이터가 상기 컴퓨터 판독가능한 저장 매체 내에 저장되고, 상기 저장 매체는,

초음파 데이터의 복수 개의 거리-방위각 슬라이스(range-azimuth slice)들을 취득하는 것(40) - 상기 거리-방위각 슬라이스들의 초음파 데이터는 2-차원 초음파 스캔 포맷(ultrasound scan format)으로 이격된 위치들을 표현하고, 상기 거리-방위각 슬라이스들은 고도(elevation)를 따라서 비-정렬됨 -;

제1 거리-방위각 슬라이스 및 제2 거리-방위각 슬라이스의 초음파 데이터로부터 상기 거리-방위각 슬라이스들 중 상기 제1 거리-방위각 슬라이스 및 상기 제2 거리-방위각 슬라이스 내의 제1 포지션 및 제2 포지션으로 이중 선형으로 보간하는 것(46); 및

상기 제1 포지션 및 상기 제2 포지션으로부터 선형으로 보간하는 것(48)

을 위한 명령들을 포함하는,

컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 선형으로 보간하는 것(48)은, 볼륨(volume) 재구성 그리드 포인트에 대한 값을 보간하는 것을 포함하고;

상기 저장 매체는,

상기 값의 함수로서 다평면 재구성을 생성하는 것, 또는 상기 값의 함수로서 볼륨의 2-차원 표현을 렌더링하는 것(50)을 위한 명령들을 더 포함하는,

컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,

상기 취득하는 것(40)은 상기 거리-방위각 슬라이스들의 스택(stack)이 환자의 볼륨을 표현하도록 상기 거리-방위각 슬라이스들을 따라서 상기 환자를 스캐닝하는 것을 포함하고, 비-정렬되어 있는 거리-방위각 슬라이스들은 상기 볼륨에 관하여(relative to) 상이한 포지션들을 표현하는 각각의 슬라이스의 방위각 및 거리 위치들을 포함하고, 상기 제1 포지션 및 상기 제2 포지션은 상기 볼륨 내에서 동일한 x 및 z 위치를 포함하고, 상기 선형으로 보간하는 것(48)은 상기 거리-방위각 슬라이스들 중 상기 제1 거리-방위각 슬라이스와 상기 제2 거리-방위각 슬라이스의 사이에 있는 상기 볼륨 내의 고도 위치로 보간하는 것을 포함하는,

컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 이중선형으로 보간하는 것(46)과 상기 선형으로 보간하는 것(48)은 등방성 데카르트 그리드에 대한 복셀 값들을 결정하기 위해 반복되는,

컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

**청구항 11**

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법으로서,

데카르트 공간 내의 포인트를 식별하는 단계(42);

상기 포인트에 가장 근접한 두 개의 취득된 초음파 스캔 평면들을 발견하는 단계(44) - 발견물은, 샘플들을 스캔 포맷으로 갖는 초음파 스캔 평면들의 볼륨으로부터 나옴 -;

하드웨어 가속을 이용하여, 상기 두 개의 취득된 초음파 스캔 평면들 상의 위치들에서의 데이터를 보간하는 단계(46) - 상기 위치들은, 두 개의 차원들에서, 상기 포인트와 동일한 좌표들을 가짐 -; 및

상기 위치들에서의 데이터로부터 상기 포인트에 대한 값을 보간하는 단계(48)

를 포함하는,

불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 볼륨 렌더링(volume rendering) 또는 다-평면 리포매팅(MPR:multi-planar reformatting)을 위한 데이터(data)를 생성하는 것에 관한 것이다. MPR 및 볼륨 렌더링은, 진단용 초음파 이미지(diagnostic ultrasound image)들과 같은 의료 이미지들을 위해 제공된다. 볼륨을 표현하기 위해, 복수 개의 떨어져 이격된 평면들을 표현하는 초음파 데이터가 취득된다. 데이터의 수십 개 또는 수백 개의 이미지들 또는 프레임(frame)들로 구성되는 커다란 데이터세트들이 취득된다. 각각의 이미지 또는 프레임은 샘플들의 그리드로 구성된다. 샘플들은 취득 포맷(format)(예컨대, 극좌표 또는 원통 좌표 포맷)으로 또는 이미지 포맷(예컨대, 데카르트 좌표(Cartesian coordinate))으로 이격된다. 이러한 데이터의 스택(stack) 또는 콜렉션(collection)은 볼륨의 그리드-형 어레이를 표현한다.

**배경 기술**

볼륨 렌더링 또는 MPR은 볼륨 데이터를 균일한(uniform) 데카르트 그리드(Cartesian grid)로 리샘플링(resampling)하는 것을 요구할 수 있다. 이러한 데카르트 그리드는 오른손 좌표계를 사용하고, 여기서는 x-축이 프로브(probe)의 방위각(azimuth) 차원을 따라서 있고, y-축이 프로브의 고도(elevation) 차원을 따라서 있으며, 그리고 z-축이 어레이의 중심에 있는 프로브 면에서 벗어나 있다. 스캔 라인들을 따라서 있는 거리(range)는 z-축과 상이할 수 있다. 균일한 그리드는 등방성(isotropic)이고, 그래서 그리드 포인트(grid point)들은 세 개의 차원들 각각을 따라서 규칙적으로 이격된다. 취득 또는 이미징 그리드들이 아니라 균일한 데카르트 그리드를 표현하기 위해, 초음파 데이터는 보간(interpolate)될 수 있다. 통상적으로, 그리드 포인트에 대한 복셀(voxel) 값을 형성하기 위해, 그리드 포인트에 가장 가까운 여덟 개의 초음파 샘플들이 선택되고 그리고 삼선형으로(trilinearly) 보간된다. 상이한 평면들의 데이터가 정렬되는 곳에서, 상이한 평면들로부터 데이터를 선택하기 위해 동일한 x 및 z 좌표들이 입력될 수 있다. 그러나, 불규칙적인 패턴(pattern)으로 취득된 초음파 데이터는 잘못된 데이터에 대한 메모리 콜(memory call)들을 야기할 수 있다. 균일한 데카르트 그리드에 대한 재구성이 정확하지 않을 수 있다.

미국 특허공개공보 번호들 2008/0125659, 20080125661, 및 20090010459, 그리고 미국 특허 번호 7,678,056은 나선형 어레이를 이용하여 볼륨에 대한 데이터를 취득하는 것을 개시한다. 나선형 어레이를 따라서 있는 조리개(aperture)를 걸어감으로써, 상이한 평면들이 스캐닝(scan)된다. 조리개들의 나선형 포지셔닝(helical positioning)으로 인해, 상이한 평면들은 방위각-거리에 있어서 정렬되지 않는다. 불규칙적인 샘플링 그리드 때문에, 하드웨어-가속된 삼선형 보간(hardware-accelerated trilinear interpolation)을 이용하는 것은, 볼륨-렌더링된 그리고 다-평면 리포매팅된 이미지들 내에 이미지 인공물(artifact)들을 야기할 수 있다. 앵커(anchor) 샘플의 거리(range), 방위각, 및 고도 주소들을 한 단위만큼 증가시킴으로써 가장 인접한 샘플들을 가

져오는(fetch) 표준 삼선형 보간 커널(kernel)은, 슬라이스(slice)들 사이의 방위각 시프트가 한 개의 음향 선포(acoustic line width)보다 더 크다면, 적절한 방위각 주소들을 선택하지 않을 수 있다. 이러한 문제점들은 다른 불규칙적인 샘플링 그리드들에 대하여 존재할 수 있다.

**발명의 내용**

도입부로서, 아래에 설명되는 바람직한 실시예들은, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법들, 컴퓨터 판독가능 매체(computer readable medium)들, 및 시스템(system)들을 포함한다. 트랜스듀서(transducer)를 이용하여 취득된 볼륨 데이터는, 한 개의 차원을 따라서 이격된 데이터의 분수 오프셋(fractional offset)을 포함할 수 있고, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드가 야기된다. 균일한 그리드 상의 그리드 포인트에 대한 복셀 값을 결정하기 위해, 두 개의 인접한 샘플링 평면들이 식별된다. 두 개의 평면들 내의 샘플 위치들은, 정렬되지 않으며, 이때 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드 상에 있다. 그래픽스 프로세싱 유닛(graphics processing unit)과 같은 하드웨어 가속 디바이스(hardware acceleration device)들은 평면들 각각 내에서 이중선형 보간(bilinear interpolation)을 수행한다. 각각의 평면의 데이터는 그리드 포인트와 대응하는 국부적(샘플링 평면 내) x-z 좌표로 보간된다. 그 다음에, 각각의 평면으로부터의 이중선형으로 보간된 값들은 그리드 포인트로 선형으로 보간된다.

제1 양상에서, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법이 제공된다. 선형 어레이의 길이방향 축을 중심으로 비틀린(twisted) 상기 선형 어레이를 따라서 있는 상이한 조리개들로부터의 스캐닝과 연관된 제1 평면 및 제2 평면 내의 샘플 위치들을 표현하는 초음파 데이터가 취득된다. 제1 평면의 샘플 위치들은 비-정수 양(non-integer amount)만큼 제2 평면의 샘플 위치들로부터 오프셋된다. 3-차원 그리드의 그리드 복셀이 결정된다. 그리드 복셀은 제1 평면 및 제2 평면 사이에 있다. 그래픽스 프로세싱 유닛은, 제1 평면의 샘플 위치들의 데이터로부터 제1 평면 내의 제1 샘플을 이중선형으로 보간하고, 그리고 제2 평면의 샘플 위치들의 데이터로부터 제2 평면 내의 제2 샘플을 이중선형으로 보간한다. 그리드 복셀에 대한 복셀 값은 제1 샘플 및 제2 샘플로부터 선형으로 보간된다. 볼륨 렌더링 이미지 또는 MPR과 같은 이미지가, 3-차원 그리드로부터 렌더링된다. 상기 이미지는 복셀 값의 함수이다.

제2 양상에서, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템이 제공된다. 메모리가 제1 평면 및 제2 평면 내의 샘플 위치들을 표현하는 초음파 데이터를 저장하도록 구성된다. 제1 평면 및 제2 평면은 제1 차원에서 떨어져 이격된다. 샘플 위치들은, 제1 평면의 샘플 위치들이 제2 평면의 샘플 위치들로부터 제1 차원과 상이한 제2 차원을 따라서 분수 거리(fractional distance)만큼 오프셋되도록, 불규칙적인 초음파 샘플 그리드를 형성한다. 그래픽스 프로세싱 유닛의 프래그먼트(fragment) 프로세서가, 제1 평면 및 제2 평면의 이중선형으로 보간된 샘플들로부터 데카르트 그리드로 선형으로 보간하도록 구성된다.

제3 양상에서, 비-일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체는, 그 내부에, 하드웨어 가속된 3-차원 재구성을 위해, 프로그래밍된 프로세서에 의해 실행될 수 있는 명령들을 표현하는 데이터를 저장한다. 저장 매체는 초음파 데이터의 복수 개의 거리-방위각 슬라이스들을 취득하기 위한 명령들을 포함한다. 거리-방위각 슬라이스들의 초음파 데이터는 2-차원 초음파 스캔 포맷으로 이격된 위치들을 표현한다. 거리-방위각 슬라이스들은 고도를 따라서 비-정렬된다. 저장 매체는, 제1 거리-방위각 슬라이스 및 제2 거리-방위각 슬라이스의 초음파 데이터로부터 거리-방위각 슬라이스들 중 제1 거리-방위각 슬라이스 및 제2 거리-방위각 슬라이스 내의 제1 포지션(position) 및 제2 포지션으로 이중선형으로 보간하고, 그리고 상기 제1 포지션 및 상기 제2 포지션으로부터 선형으로 보간하기 위한 명령들을 포함한다.

제4 양상에서, 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법이 제공된다. 데카르트 공간 내의 포인트가 식별된다. 상기 포인트에 가장 근접한 두 개의 취득된 초음파 스캔 평면들이 발견된다. 발견물은, 스캔 포맷으로 샘플들을 갖는 초음파 스캔 평면들의 볼륨으로부터 나온다. 상기 두 개의 취득된 초음파 스캔 평면들 상의 위치들에 있는 데이터는 하드웨어 가속을 이용하여 보간된다. 상기 위치들은 두 개의 차원들에서 상기 포인트와 동일 좌표들을 갖는다. 상기 포인트에 대한 값이 상기 위치들에 있는 데이터로부터 보간된다.

본 발명은 아래의 청구항들에 의해 정의되고, 이 섹션 내의 어떠한 것도 이들 청구항들에 대한 제한으로서 취해져서는 안된다. 본 발명의 추가 양상들 및 장점들이 바람직한 실시예들과 관련하여 아래에서 논의된다.

컴포넌트(component)들 및 도면들이 반드시 스케일링적이지는 않으며, 대신에 본 발명의 원리들을 설명할 때 강조가 주어진다. 게다가, 도면들에서는, 같은 참조 부호들이 상이한 도면들을 통틀어 대응하는 부분들을 가리킨

다.

**도면의 간단한 설명**

- 도 1은 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법의 일 실시예의 흐름도이다.
- 도 2는 방위각 차원을 따라서 있는 평면들의 스택을 관찰하는 예시적 도면이다.
- 도 3은 고도 차원을 따라서 있는, 도 2의 스택의 평면들 중 두 개의 평면들을 관찰하는 도면이다.
- 도 4는 오정렬(misalignment) 및 결과적 삼선형 보간 에러의 그래픽 예이다.
- 도 5 및 도 6은 순차적인 이중선형 및 선형 보간의 그래픽 예들이고, 그리고 도 5는 연관된 보간 가중치들을 나타낸다.
- 도 7은 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템의 일 실시예의 블록도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

나선형 어레이 초음파 트랜스듀서 또는 불규칙적인 샘플링 그리드를 야기하는 다른 어레이를 이용하는, 실시간 3-차원 이미징을 위한 재구성 방법이 제공된다. 나선형 어레이에 대하여, 거리-방위각 슬라이스들 내의 샘플들의 규칙적인 간격이 있다. 고도에 있어서, 하나 이상의 선폭들 및 분수 양(fractional amount)만큼 방위각으로 변위(displace)되는 것과 같이, 상기 슬라이스들은 정렬되지 않는다. 이러한 불규칙적인 그리드 상에 하드웨어-가속된 삼선형 보간을 사용하는 것은, 볼륨-렌더링된 그리고 다-평면 리포맷팅된 이미지들 내에 이미지 인공물들을 야기할 수 있다.

볼륨 렌더링 및 다-평면 리포맷팅 동안에 가능한 많이 하드웨어-가속을 활용하는 것이 원해질 수 있다. 불규칙적인 샘플링 그리드들을 갖는 스캔 기하구조들에 대한 하드웨어-가속된 재구성 방법은, 볼륨 렌더링 및/또는 다-평면 리포맷팅을 위해 실시간 속도(rate)들을 제공할 수 있다. 3-차원 재구성의 삼선형 보간 연산은, 가장 근접한 두 개의 인접한 취득 슬라이스들에서의 하드웨어-가속된 이중선형 보간 그리고 그 다음에 상기 이중선형 보간 결과들의 선형 보간 또는 슬라이스들 사이의 선형 보간으로 분할된다.

평면들 내에서의 이중선형 보간 — 그 결과들의 그리드 포인트로의 선형 보간이 뒤이어짐 — 은 삼선형 보간 커널을 이용한 부정확한 데이터 선택을 방지할 수 있다. 이중선형-선형 시퀀스는 또한, 초음파 심장 검진(echocardiography)에서 초당 최대 30개의 볼륨들과 같이, 높은 볼륨 속도들을 지원하기 위해 실시간 재구성을 제공할 수 있다.

도 1은 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 방법을 나타낸다. 재구성은 볼륨 렌더링 또는 다-평면 리포맷팅을 위해 데이터를 생성한다. 재구성 데이터는 2차원 텍스처(texture)(예컨대, 이미지)들 또는 3-차원 텍스처들(예컨대, 볼륨 데이터)로부터 생성된다. 상기 방법은 도 7의 시스템(10) 또는 상이한 시스템을 이용하여 구현된다. 동작들(40-50)의 동일한 순서 또는 상이한 순서가 사용될 수 있다. 부가하여, 상이한 개수 또는 더 적은 개수의 동작들이 사용될 수 있다. 예컨대, 동작(50) 없이, 동작들(40-48)이 수행된다. 다른 예로서, 동작(44)은, 평면 포지션들과 무관하게, 영역 또는 샘플 위치들을 식별하는 것에 대응한다.

동작(40)에서, 샘플 위치들을 표현하는 초음파 데이터가 취득된다. 데이터는 메모리로부터의 로딩(loading)에 의해, 전송에 의해, 또는 스캐닝에 의해 취득된다. 초음파 데이터는 B-모드(B-mode), 컬러 모드(color mode), 하모닉 모드(harmonic mode), 콘트라스트 에이전트 모드(contrast agent mode), 그들의 조합들, 또는 다른 타입(type)들의 초음파 데이터이다. 디스플레이(display)하기 전의 데이터의 프레임들, 디스플레이하기 위한 데이터의 프레임들, 또는 디스플레이된 이미지들이 사용될 수 있다.

이미지 또는 데이터의 각각의 프레임은 2-차원 영역을 표현한다. 2-차원 초음파 데이터는 렌더링을 위한 텍스처로 고려될 수 있다. 데이터는 데이터 포인트들의 2-차원 어레이이다. 볼륨을 표현하기 위해, 다수 개의 이러한 프레임들 또는 이미지들이 취득된다.

초음파 데이터는 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드를 표현한다. 초음파 데이터는 본래, 환자를 스캐닝함으로써 취득된다. 환자 내부로부터의 에코(echo)들이 수신된다. 빔형성 또는 다른 기술을 이용하여, 스캐닝 구역이 샘플링된다. 스캐닝 구역은 2-차원 평면일 수 있다. 2-차원 스캔 구역 내의 샘플들의 분포 또는 포맷은 벡터®

(Vector<sup>®</sup>), 섹터(sector), 선형 또는 다른 스캔 포맷일 수 있다. 예컨대, 데이터는 극좌표 포맷으로 있다. 다른 예로서, 데이터는 데카르트 좌표들을 표현하는, 스캔 컨버팅된(scan converted) 데이터이다. 임의의 규칙적인 또는 불규칙적인 간격이 데이터에 의해 표현된 샘플 위치들에 대하여 사용될 수 있다. 규칙적인 간격은 불변하거나, 균일하거나, 그리고/또는 영역 또는 볼륨을 통틀어 동일한 포맷을 따른다. 상기 영역 내에서는, 2-차원 초음파 스캔 포맷에 따라 샘플 위치들이 이격된다.

볼륨 스캐닝을 위해, 데이터는 볼륨 내의 상이한 평면들을 표현한다. 도 2는 볼륨을 표현하는 복수 개의 2차원 이미지들 또는 평면들(60)을 나타낸다. 2-차원 평면들(60)의 데이터는 신체 또는 환자가 스캐닝되는 것을 통해 인접한 평면들(60)의 규칙적인 또는 불규칙적인 연속(succession)으로부터 조립된 데이터의 3-차원 볼륨 어레이의 텍스처들이다. 예컨대, 도 2는,  $-\phi$  또는  $+\phi$  거리(range)에 걸쳐서 각각의 평면(60) 사이에서 규칙적인  $\Delta\phi$  각거리(angular separation)를 갖는 부채꼴 분포(fan distribution)의 평면들(60)을 나타낸다. 평면들(60)의 비-균일한 간격이 사용될 수 있다. 평행한 평면들(60)이 사용될 수 있다.

일 실시예에서, 평면들(60) 각각은 일반적으로 거리에 있어서  $z$ 를 따라서 있고, 방위각에 있어서  $x$ 를 따라서 있으며, 이때 평면들은 고도에 있어서  $y$ 를 따라서 떨어져 이격된다. 방위각, 고도, 거리는  $x, y, z$  좌표들과 상이한 좌표들이다.  $x/y/z$ 는 데카르트 좌표들이고, 방위각/고도/거리는 취득/음향 좌표들이다. "따라서(along)"는,  $x/y/z$ 가 방위각/고도/거리와 관련된다는 것을, 유사하거나 동일한 것과 같이 나타내기 위해 사용된다.  $x, y, z$  좌표들은 전역(global) 데카르트 좌표 어레이지먼트(arrangement)이다. 도 2는  $x$  축 또는 방위각 축을 따라서 관찰되는 평면들(60)을 나타낸다. 볼륨이  $x$ -축 또는 차원을 따라서 관찰된다면, 2-차원 평면들(60)은 사실상 선들로서 나타난다. 스캐닝된 구역 곡선들에서, 평면들(60)은 휘어질(warp) 수 있고 그리고 선들로서 보이지 않을 수 있다. 거리-방위각 슬라이스들은, 평면들이 극 포맷, 원통 포맷 또는 다른 포맷으로 취득되더라도 그리고 슬라이스들이 고도 축을 따라서 평행하지 않을 수 있더라도 취득/음향 좌표 기준으로 평면들을 참조한다. 상기 평면들은, 도 2에서 도시된 바와 같이, 고도 변형(variation)도 가질 수 있다. 평면들(60)은 동일한 원점으로부터 부채꼴로 있지만, 거리-방위각 슬라이스들이다. 다른 어레이지먼트들이 사용될 수 있다.

각각의 평면에 대하여, 2-차원 스캔 포맷이 사용된다. 각각의 평면은 거리-방위각 슬라이스들 내의 샘플 위치들을 표현한다. 각각의 평면은 초음파 데이터에 대하여 동일한 2-차원 스캔 포맷을 갖지만(방위각-거리에 있어서 규칙적인 샘플링), 상이한 평면들(예컨대, 데이터의 프레임들)은 상이한 포맷들을 가질 수 있다. 평면들(60)의 데이터는 동일하거나 또는 상이한 스케일링을 가질 수 있다. 예컨대, 데이터의 일부의 프레임들은, 볼륨의 말단(extremity)들에 있는 평면들에 대해서와 같이, 더 낮은 해상도로 취득된다. 다른 초음파 데이터는, 볼륨 내에서 관심 있는 구역을 가로지르는 평면들(60)에 대해서와 같이, 더 높은 해상도로 취득된다.

도 2에 의해 표현된 실시예에서, 평면들(60)은 선형 어레이의 길이방향 축을 중심으로 비틀린 상기 선형 어레이를 따라서 있는 상이한 조리개들로부터의 스캐닝과 연관된다. 예컨대, 카테터(catheter) 내의 나선형으로 비틀린 어레이(helix twisted array)가 환자를 스캐닝하기 위해 사용된다. 미국 특허공개공보 번호들 20080125659, 20080125661, 및 20090010459, 그리고 미국 특허 번호 7,678,056 - 그 기재들은 본 명세서에 참조에 의해 통합됨 - 은, 나선형 어레이를 이용하여 볼륨에 대한 데이터를 취득하는 것을 개시한다. 각각의 2D 평면(60)을 고도 차원으로 스위핑(sweeping) 함으로써 그리고 방위각 차원을 따라서 각각의 슬라이스를 해석(translate)함으로써, 3D 나선형 기하구조는 2D 벡터<sup>®</sup>, 섹터, 또는 다른 기하구조로 연장된다.

미국 특허공개공보 번호 20080125659의 도 1을 참조하면, 어레이의 엘리먼트(element)들 중 일부가 회전된다. 상기 회전은 방위각 축을 중심으로 한다. 상기 회전은 엘리먼트들의 나선형 또는 스파이럴(spiral) 패턴을 형성한다. 인접한 엘리먼트들은 방위각 축을 따라서 나선형으로 배열된다. 다른 엘리먼트와 비교할 때, 회전된 엘리먼트에 대한 최대 민감도의 각도(angle)는 상이하다. 어레이의 반대 단부들에 있는 엘리먼트들은 방위각 축을 중심으로, 서로에 대하여(relative to) 적어도 10, 적어도 15 또는 다른 더 많거나 또는 더 적은 수(number)의 각도(degree)들만큼 회전된다. 방위각 중심선은 직선이거나, 또는 회전할 수 있거나 또는 비틀릴 수 있다. 더 많은 횡수 또는 더 적은 횡수의 총 회전이 사용될 수 있다. 단부들 사이의 회전을 스텝핑(steping)하기 위해 중간에 있는 엘리먼트들 각각이 회전된다.

일반적으로, 고도에 있어서 더 큰 조리개는, 증가된 고도 지향성 및 더 좁은 고도 빔폭(beamwidth)을 제공한다. 고도에 있어서 어레이를 비틀음으로써, 이미지 평면(60)을 형성하기 위해 엘리먼트들의 하위(sub)-조리개가 사용된다. 어레이에 의해 형성될 수 있는 독립적인 빔들의 총 개수는 대략 조리개의 엘리먼트들의 개수이다. 엘리먼트들 각도 빔폭에 관하여 총 비틀림을 가변시킴으로써, 방위각에 있어서의 해상도 및 형성된 볼륨의 고도 각



도 폭 사이에 트레이드오프(tradeoff)가 있다.

미국 특허공개공보 번호 20080125659의 도 4 및 도 5를 참조하면, 엘리먼트들의 어레이 상에 조리개가 형성된다. 조리개는, 전도체들 및 연관된 엘리먼트들의 빔형성기에 대한 연결에 의해 형성된다. 주어진 전송 및 수신 이벤트 동안에 전송하거나 그리고/또는 수신하기 위해 사용되는 엘리먼트들이 조리개를 정의한다.

상기 조리개를 이용하여 평면이 스캐닝된다. 전자식 초점을 이용하여, 전송 및 수신 빔들이 조리개의 엘리먼트들을 이용하여 형성된다. 초점을 변경시킴으로써, 조리개를 이용하여 평면 구역이 순차적으로 스캐닝될 수 있다. 스캐닝된 평면은 조리개 내의 엘리먼트들의 비틀림으로 인해 공간 포지션의 비틀림 또는 왜곡(distortion)을 포함할 수 있다. 조리개를 이용한 전송 및 수신에 응답하여, 스캐닝된 구역을 표현하는 데이터가 취득된다. 엘리먼트들의 회전은, 취득된 데이터가 특정한 고도 회전시 구역을 표현하는 것을 야기한다.

다른 평면들을 스캐닝하기 위해 다른 조리개들이 형성된다. 조리개들 각각에 대하여, 대응하는 일반적으로 평면인 스캔 구역이 스캐닝된다. 스캔 구역들은, 고도 차원에 있어서 서로로부터 오프셋되고, 그리고 방위각 축을 중심으로 한 회전의 상이한 양들과 연관된다. 평면들은 상기 평면들에 사실상 직교인 차원(예컨대, 고도 차원)을 따라서 서로 인접한다. 각각의 스캔 구역의 길이방향(방위각) 및 깊이(거리) 정도(extent)는 유사하거나, 겹쳐지거나, 또는 상이하다. 각각의 평면의 양각(elevation angle)은, 또한 어레이의 회전 축인 공통 축으로부터의 분기(diverging)와 같이, 상이하다.

상이한 조리개를 선택함으로써, 상이한 평면이 스캐닝된다. 평면의 포지션은, 다른 조리개들에 대해서와 비교하여, 엘리먼트들과 연관된 상이한 각도의 비틀림에 대응한다. 다른 구역들 또는 평면들을 스캐닝하기 위해 다른 조리개들이 형성될 수 있다. 평면들은 떨어져 이격되지만, 방위각 및 거리에 있어서 겹쳐진다.

움직이는 조리개(walking aperture)의 결과로서, 상이한 평면들의 데이터가 오프셋된다. 도 3은 섹터 포맷의 데이터를 갖는 두 개의 인접한 평면들을 나타낸다. 관찰은 고도 축을 따라서 이루어진다. 거리-방위각 슬라이스들은 고도를 따라서 정렬되는 것이 아니라, 대신에 오프셋된다. 예컨대, 하나의 거리-방위각 슬라이스 내의 x, z 위치를 참조하는 것은, 상기 x, z가 데카르트 또는 전역 좌표들로 주어진다면, 다른 거리-방위각 슬라이스 내의 데이터의 위치를 참조하지 않는다. 각각의 슬라이스의 방위각 및 거리 위치들은 볼륨에 관하여 상이한 포지션들을 표현한다.

조리개들의 물리적 어레이먼트로 인해, 오프셋은 비-정수 양만큼일 수 있다. 하나의 평면(60) 내의 샘플 위치는, 하나의 스캔 라인보다 더 큰 분수 양(fractional amount)과 같이, 인접한 평면 내에서 분수 양만큼 방위각에 있어서 시프트될 수 있다(예컨대, 1.33이 스캔 라인 시프트를 수신한다). 슬라이스들은 고도를 따라서 정렬되지 않는다. 각각의 슬라이스의 방위각 해석 때문에, 8-샘플 커널들(예컨대, 삼선형 보간 또는 필터링 커널들)은 세 개의 데카르트 축들 전부를 중심으로 대칭적이지 않다. 특히, 각각의 커널 내에서 x-y 평면들을 형성하는 네 개의 샘플들은 평행사변형의 형상을 형성한다. 도 5는 다른 평면 내의 두 개의 샘플들(76, 78)에 관하여 하나의 평면 내의 두 개의 샘플들(72, 74)을 나타낸다. 평면들 및 샘플들은, 서로에 관하여 분수 양으로 시프트되고, 그리고 국부적 x, z 위치들에 관하여 더 큰 양만큼 시프트될 수 있다(도 6을 보라).

도 2 및 도 3을 참조하면, 취득 포맷에 대한 전역 데카르트 좌표계의 관계가 도시된다. 데카르트 좌표계로의 좌표 변환 계산 및 데카르트 좌표계로부터의 좌표 변환 계산에서,  $h_i$ 는 rad/mm 단위로 측정된 고도 비틀림률(elevation twist rate)이다. 이는, 슬라이스 회전을 원점으로부터의 방위각 거리(distance)의 함수로서 정의한다. 슬라이스 회전은 방위각, 즉 x 축 주위에서 그리고 고도, 즉 y 축을 따라서 이루어진다. 상기 원점은 시작 포지션 또는 다른 임의의 포지션이다.  $\phi$ 은 양각이다. 각각의 슬라이스는 자신만의 또는 국부적 xz 좌표계를 갖고, 상기 xz 좌표계의 원점은 개별 조리개의 중심에 있다. 각각의 국부적 좌표계의 z-축은 "z-프라이م" 또는  $z'$ 로서 지칭되는데, 그 이유는 국부적 z-축이 도 2에 도시된 전역 z-축과 상이하기 때문이다. z-프라이م 축은 z-축의 회전된 버전이다. x-축은 회전 축을 따라서 놓이고, 양각은 회전각이다. 각각의 국부적 좌표계의 x-축은 "x-프라이م" 또는  $x'$ 로서 지칭되는데, 그 이유는 국부적 x-축이 도 3에 도시된 바와 같은 전역 x-축과 상이하기 때문이다.  $x'$ -축은 x-축의 해석된 버전이다.  $x'$ -축은, x-축을 따라서, 고도 비틀림률 및 양각에 비례적인 양에 의해 해석된다.

이미징을 위해 취득된 데이터를 재구성하기 위해, 데이터는 3-차원 그리드로 보간된다. 3-차원 그리드는 전역 데카르트 좌표계로 있다. 재구성에 의해, 스캔으로부터 획득된 데이터가 이미징을 위해 형성된다. 예컨대, 데이터는 3-차원의 균일하게 이격된 그리드로 보간된다. 다른 예로서, 데이터는 MPR을 위해 복수 개의 임의의 평면들 또는 비-스캔 평면들로 보간된다. 알려진 평면 포지션들, 샘플 깊이, 및 스캔 라인 포지션은 각각의 자료

(datum)에 대하여 상대적인 공간 포지션 정보를 제공한다.

이미징시 사용될 3-차원 그리드로부터의 위치들은 동작(42)에서 식별된다. 3-차원 그리드 내의 위치들 전부가 파플레이팅(populating)되거나 또는 단지 선택된 위치들만이 파플레이팅된다. 각각의 위치는 복셀이다. 복셀은 그리드 내에서 이러한 엘리먼트들의 어레이의 볼륨 엘리먼트를 표현한다. 각각의 복셀은 등방성이거나, 또는 동일 치수(dimension)들을 갖는다. 비-등방성 복셀들이 사용될 수 있다. 3-차원 그리드는 등방성이다. 세계의 차원들 모두를 따라서 동일 간격을 갖는 것과 같이, 그리드 포인트들 또는 복셀들은 규칙적으로 이격된다. 비-등방성 그리드들이 사용될 수 있다.

3-차원 그리드의 그리드 복셀을 파플레이팅하기 위해, 그리드 복셀은 동작(42)에서 식별된다. 렌더링 또는 다른 이미징을 위해 사용될 데카르트 공간 내의 포인트가 결정된다. 포인트는, 그리드 포인트들 전부를 순차적으로 파플레이팅하는 것의 일부로서 결정되거나, 또는 선택된 이미징을 위해 필요할 때 특정하게 결정된다. 이미징의 타입, 임의의 클리핑(clipping), 또는 이미징을 위한 다른 파라미터들은 사용될 포인트들 또는 복셀들을 표시한다. 예컨대, 3-차원 볼륨 렌더링을 위해 전체 볼륨이 사용될 것이다. 그리드 내의 각각의 포인트가 식별된다. 다른 예로서, 볼륨 렌더링을 위한 클리핑 또는 방해물(obstruction)들은 렌더링을 위해 사용될 복셀들의 서브-세트를 가리킨다. 단지 사용될 복셀들만이 식별된다. 다른 예에서, MPR 평면들을 따라서 있는 포인트들만이 보간을 위해 선택된다.

도 2는 타겟 샘플(target sample)로서 선택된 복셀을 나타낸다. 타겟 샘플은 두 개의 평면들(60) 사이에 있다. 타겟 샘플은 x, y, z 데카르트 좌표들을 갖는다.

도 1을 참조하면, 동작(44)에서, 보간을 위해 사용될 평면들(60)이 발견된다. 복셀에 가장 근접한 평면들(60)이 식별된다. 데카르트 좌표계에 의해 정의된 바와 같이, 볼륨 내의 평면들(60)의 알려진 위치들은 타겟 샘플에 가장 근접한 두 개의 평면들을 발견하기 위해 사용된다. 데카르트 공간 내의 주어진 포인트(x, y, z)에 대하여, 가장 근접한 두 개의 인접한 취득된 슬라이스들이 발견된다.

도 6은 도 5의 위치들(72-78)에 대응하는 평면들과 같은, 평면들을 발견하는 것을 표현한다. 흑점은 도 2에 도시된 타겟 샘플 위치이다. 고도에 있어서의 슬라이스들의 간격( $\phi_{span}$ 은 총 고도 스패น(span)이고,  $N_{elev}$ 은 취득된

고도 슬라이스들의 개수이다)이 계산된다.  $\Delta\phi = \phi_{span} / (N_{elev} - 1)$ 은 부채꼴 취득시 규칙적으로 또는 균일하게 이격된 슬라이스들에 대한 간격을 제공한다. 각각의 데카르트 좌표 트리플렛(Cartesian coordinate triplet)(x,

y, z)에 대하여, 양각은 아래와 같이 계산된다:  $\phi = \arctan(y, z)$ . 이는, 타겟 샘플 위치에 대한 양각을 제공

한다.  $\phi$  전후로 가장 가까운 취득된 양각들이 발견되고, 여기서  $\phi_{min}$ 은 최소 양각이다:

$\phi_0 = \phi_{min} + \Delta\phi * \text{floor}((\phi - \phi_{min}) / \Delta\phi)$  그리고  $\phi_1 = \phi_0 + \Delta\phi$ .  $\phi_0$  및  $\phi_1$ 으로서 표현된 평면들(60)은 식별된 평면들이다.

이들 두 개의 평면들과 연관된 y 좌표가 계산된다. 동일한 z 및 x 좌표들에 대하여  $\phi_0$  및  $\phi_1$ 에서의 취득된

슬라이스들 상의 y 좌표들은 아래와 같이 주어진다:  $y_0 = z * \tan(\phi_0)$  그리고  $y_1 = z * \tan(\phi_1)$ .

동작(46)에서, 이중선형 보간이 식별된 평면들(60) 각각에 대하여 수행된다. 거리-방위각 슬라이스들 각각에 대한 초음파 데이터가 타겟 샘플의 x, z 포지션에 대응하는 슬라이스들 상의 포지션들로 보간된다. 데이터가 보간될 각각의 평면 내의 포지션들은 볼륨에 있어서 동일한 x 및 z 위치이다. 상기 x 및 z 위치들은 그리드 포인트와 동일하다. 포인트들은, 식별된 슬라이스들의 각각 상에서 그리고 원하는 포인트와 동일한 x 및 z 좌표들로 보간된다. 예컨대, 도 6은 각각의 평면 상의 두 개의 샘플들을 나타낸다. 각각의 평면 상의 두 개의 샘플들은 각각의 평면 상의 x 포지션(중간 샘플)으로 보간된다. 이는, 선형 보간을 제공한다. 이중선형 보간을 위해, 각각의 평면 상의 x, z 위치는 네 개의 샘플들 사이에 있다. 네 개의 샘플들은 전역 x, z 위치로 보간된다.

보간시, 원하는 샘플 위치들에서의 데이터가 메모리로부터 로딩된다. 순차적 메모리 어드레싱(sequential memory addressing)을 이용하는 것은, 삼선형 보간시 문제점들을 유발할 수 있다. 도 4는, 하나보다 더 많은 음향 선폭의 방위각 해석들을 위해, 가장 근접한 방위각 좌표들에 기초하여 보간 커널을 선택하는 것(표준 접근

법)과 근접성에 기초하여 보간 커널을 선택하는 것(바람직한 접근법) 사이의 차이를 도시한다. 방위각 라인이 타겟 샘플(혹점)을 통과해 도시된다. 방위각 라인에 뒤이어서, 상기 라인의 각각의 측면 상에 있는 각각의 평면 내의 두 개의 샘플들이 선택된다. 가장 근접한 샘플들을 발견하기 위해 앵커 샘플을 발견함으로써 그리고 방위각 주소를 각각의 슬라이스 상에서 1만큼 증가시킴으로써 계산된 방위각 주소가 사용된다면, 선택되는 샘플들은 타겟 샘플 위치에 대하여 실제로 가장 근접한 취득된 샘플들이 아니다.

이중선형 보간을 위해, 보간 가중치들이 상대적 위치들에 기초하여 결정된다. 주어진 평면 내의 초음파 데이터의 각각의 샘플 위치로부터 상기 평면 상에서 반사된 타겟 샘플의  $x$ ,  $z$  좌표로의 상대적 거리가 보간 가중치로서 사용된다.

각각의 슬라이스의 방위각 해석 때문에, 리샘플링 동작 동안에 계산되는 방위각 좌표의 소수부(fractional part)는 보간 가중치로서 사용될 수 없다. 선형 보간으로서 도시된 단순화에서, 도 5는 상대적 가중화를 나타낸다. 주어진  $x$ -좌표에 대하여, 가장 근접한 두 개의 취득된 슬라이스들에 대한 방위각 주소들의 소수부들은 상이하다. 타겟 샘플에서의  $x$  축 위치들 사이의 수평 화살표들은 실제 샘플들(72-78)에서의 평면들 내의 데이터에 적절하지 않은 차이점들을 표현한다. 각각의 평면의  $x$  축을 따라서 있거나 또는 각각의 평면 내에 있는 화살표들은, 평면 상의 샘플들과  $x$ -축에 있는 타겟 샘플 사이의 거리들을 나타낸다. 각각의 평면 내의  $x$  보간 가중치는 아래와 같이 계산된다:  $h_x = (x - x_0)/(x_1 - x_0)$ . 각각의 평면에 대한 가중치들은 오프셋으로 인해 상이하다.

이중선형 보간을 위해,  $z$ -축에서의 가중치들이 동일한 방식으로 계산된다. 불규칙적인 그리드가 거리에 있어서 오프셋되지 않는 곳에서, 슬라이스들 둘 다에 대한 가중치들은 동일하다. 이중선형 보간 가중치들은  $x$  축 및  $z$  축을 따라서 별개로 계산되는 것이 아니라 평면 내에서 계산될 수 있다. 네 개의 가중치들이 이중선형 보간을 위해 계산된다. 네 개의 가중치들은 평면 상으로 투사되는 타겟 위치에 대한 평면 내에서의 상대적 거리들에 기초한다. 각각의 평면 내의 네 개의 가장 가까운 샘플 위치들이 개별 평면 상의 이중선형 보간을 위한 가중치들을 결정하기 위해 사용된다.

보간될 각각의 평면 내의 초음파 데이터가 식별된다.  $\phi_0$ 에 있는 슬라이스에 대한 거리 및 방위각 값들이 계산된다.  $h_t$ 는 rad/mm 단위의 고도 비틀림률이다.  $x_{apex}$ 는 방위각 차원에 대한 벡터 정점(apex)이다. 벡터 정점은 섹터 스캔에 대하여 0이고, 여기서 원점은 트랜스듀서의 면에 있다. 벡터 정점은 상기 면을 넘어(behind) 포지셔닝될 수 있고, 네거티브 벡터 정점 값이 mm 단위로 제공된다.  $T_{c \rightarrow a}(\cdot)$ 은, 거리 및 방위각 좌표들( $r_0$  및  $a_0$ ) 각각에 대한 2D 벡터 동일 각도/사인 간격을 위한 데카르트 좌표로부터 음향 좌표로의 좌표 변환이다.  $r_0$ 는 스캔 평면 또는 국부적 좌표들에서 트랜스듀서로부터 떨어져 있는 거리이고,  $a_0$ 는 스캔 평면 또는 국부적 좌표들에서 트랜스듀서를 따라서 있는 포지션(방위각)이다.

타겟 샘플의  $x$ ,  $z$  좌표들에 대응하는 국부적 좌표들 또는  $r_0$  및  $a_0$  좌표들을 발견하기 위해, 아래가 수행된다:

$$\begin{aligned} x_{shift} &= \phi_0 / h_t \\ z' &= z / \cos(|\phi_0|) \\ x' &= x + x_{shift} \\ [r_0, a_0] &= T_{c \rightarrow a}(z', x', x_{apex}) \end{aligned}$$

마찬가지로, 다른 평면, 즉  $\phi_1$ 에 대하여  $r_1$  및  $a_1$ 가 계산된다.

계산된 위치들에 대한 초음파 데이터는, 상기 데이터를 위한 대응하는 메모리 위치들로부터 검색(retrieve)된다.  $\phi_0$  및  $\phi_1$ 에 있는 슬라이스들에 대한 주소들은 함수  $A(\cdot)$ 를 이용하여 계산된다. 함수  $A(\cdot)$ 은 주어진 양각에 대한 메모리 주소를 계산한다. 함수  $A(\cdot)$ 은 메모리에 저장된 슬라이스들의 역순 또는 다른 저장 순서를 맡는다.  $c_0 = A(\phi_0)$  및  $c_1 = A(\phi_1)$ 은 샘플들에 대한 메모리 위치들이다.

일단 초음파 샘플들이 로딩되면, 이중선형 보간이 수행된다.  $\phi_0$ 에 있는 취득된 슬라이스 상의 타겟 샘플과 동

일한  $z$  및  $x$  좌표들을 갖는 보간된 값을 표현하는 스칼라 값  $p_0$ 를 획득하기 위해, 볼륨(V) 내에서  $\Phi_0$ 에 있는 슬라이스 상에 이중선형 보간이 수행된다. 취득된 슬라이스  $\Phi_1$  상에 이중선형 보간이 또한 수행된다. 예컨대, 함수  $B(\cdot)$ 는 주어진 거리 및 방위각 좌표들에 있는 주어진 슬라이스 상에 이중선형 보간을 수행한다:

$p_0 = B(V[e_0], r_0, a_0)$  그리고  $p_1 = B(V[e_1], r_1, a_1)$ . 각각의 평면 내에서 네 개의 가장 근접하거나 또는 주위에 있는 초음파 샘플들은 보간 가중치들을 이용하여 평면 내의  $x, z$  데카르트 좌표로 보간된다. 대안적인 실시예들에서, 두 개의 가장 근접한 방위각 및/또는 거리 샘플들이 보간된다. 세 개 또는 다른 개수들의 샘플들이 보간될 수 있다.

이중선형 보간은 프로세서에 의해 수행된다. 일 실시예에서, 그래픽스 프로세싱 유닛이 보간을 수행한다. 디지털 신호 프로세서(digital signal processor)들, 주문형 집적 회로들 또는 보간을 병렬 연산들로 수행하기 위한 다른 회로들에 의해서와 같이, 다른 하드웨어 가속이 사용될 수 있다. 맞춤(custom), 표준 또는 규격품(off the shelf) 하드웨어 가속이 사용될 수 있다. 하드웨어-가속된 이중선형 보간을 활용하는 것은 더욱 신속한 렌더링 또는 실시간 연산을 허용할 수 있다. 대역폭이 이용 가능하다면, 하드웨어-가속은 동작(48)에서 선형 보간을 위해 또한 사용될 수 있다. 두 개의 평면들 내에서의 이중선형 보간들이 볼륨 메모리로부터의 여덟 개의 샘플 검색들 그리고 이들 여덟 개의 샘플들과 연관된 계산들을 수반하기 때문에, 대역폭이 둘 다를 위해 이용 가능하지 않은 곳에서는 하드웨어 가속 대역폭이 선형 보간이 아니라 이중선형 보간에 적용된다.

동작(48)에서, 두 개의 평면들 내의  $x, z$  포지션으로 보간된 초음파 데이터가 선형으로 보간된다. 이중선형 보간들의 결과들은 그리드 포인트로 보간된다. 복셀 값은 선형 보간으로부터 도출된다.  $x, z$  포지션에서의 각각의 평면으로부터의 값은, 두 개의 평면들 사이의 재구성성 타겟 샘플 또는 그리드 포인트에서의 값을 결정하기 위해 보간된다. 결과적 값은 재구성을 위한 복셀 값이다. 상기 값은 3-차원 그리드 포인트에 대한 타겟 샘플을 표현한다.

도 5 및 도 6에서, 수직(고도) 점선은 선형 보간을 표현한다. 타겟 샘플은 흑점으로서 도시되고, 타겟 샘플의 각각의 측면(도 5 및 도 6에서 관찰되는 바와 같이 위아래) 상의 수직 점선을 따라서 있는 두 개의 원들은 이중선형으로 보간된 데이터이다. 선형 보간은 흑점에 대하여 두 개의 원들을 갖는다. 볼륨 내의 고도 위치에 대한 그리고 거리-방위각 슬라이스들 사이의 값이 보간된다.

보간 가중치들은 각각의 원의 흑점까지의 상대적 거리들에 의해 결정된다.  $p_0$  및  $p_1$ 의 선형 보간은 보간 가중치  $p_1 = B(V[e_1], r_1, a_1)$ 을 사용한다.

보간은 그래픽스 프로세싱 유닛에 의해 수행된다. 그래픽스 프로세싱 유닛은 가중치들을 계산하고 선형 보간을 수행한다. 대안적인 실시예들에서, 다른 프로세서가 가중치들을 결정하거나, 또는 가중치들에 대하여 룩-업 테이블(look-up table)이 사용된다. 범용 프로세서 또는 제어 프로세서와 같은 다른 프로세서가 보간을 위해 사용될 수 있다.

3-차원 그리드를 따라서 초음파 데이터가 재구성된다. 동작들(46 및 48)은 두 개의 평면들 사이의 다른 복셀들에 대하여 반복된다. 상기 반복은 슬라이스들의 각각의 쌍 사이의 재구성 그리드 위치들을 식별하는 것에 기초할 수 있다. 프레임들의 임의의 쌍 사이의 복수 개의 그리드 복셀들에 대한 값들이 결정된다. 평면들의 다른 쌍들에 대하여 상기 반복이 지속된다.

대안적으로, 상기 반복은 다음 차례의 그리드 위치를 식별함으로써 이루어진다. 동작(44)에서 슬라이스들이 발견되고, 동작(46 및 48)의 보간들은 각각의 그리드 위치에 대하여 반복된다. 등방성 데카르트 그리드에 대한 복셀 값들이 상기 반복에 의해 결정된다.

동작(50)에서, 3-차원 그리드의 복셀 값들로부터 이미지가 렌더링된다. 렌더링은 그래픽스 프로세싱 유닛, 범용 프로세서, 다른 프로세서, 또는 그들의 조합들에 의해 수행된다. 이미지는 적어도 초당 십 회 렌더링될 수 있다. 하드웨어 가속을 이용함으로써, 초당 25개, 30개 또는 그를 초과하는 개수의 이미지들과 같이, 더 높은 속도들의 렌더링이 제공될 수 있다. 스캔 또는 초음파 데이터의 상이한 세트들에 기초한 이미지들의 시리즈가 데이터의 스캐닝에 의한 취득을 이용하여 실시간으로 생성된다. 대안적으로, 초음파 데이터는, 메모리로부터 취득되고, 그리고 스캔 속도에 연결되지 않는다(예컨대, 초음파 데이터는 더 느린 속도에서 렌더링될 수 있다).

이미지는 하나 이상의 복셀 값들의 함수이다. 이미지는 볼륨의 2-차원 표현으로서 렌더링되거나, 또는 이미지는 다평면 리포매팅된 이미지로서 렌더링된다. 이미지는 재구성된 데이터 또는 복셀 값들로부터 렌더링된다. 선형 보간으로부터 도출된 복셀 값들 중 적어도 하나가 이미징을 위해 사용된다.

일 실시예에서, 3-차원 그리드를 표현하는 재구성 데이터는, 볼륨의 2-차원 표현을 렌더링하기 위해 사용된다. 렌더링은 임의의 관찰 방향에 대한 것이다. 관찰 방향 지향된 렌더링을 위해, 관찰 방향들 또는 라인들을 따라서 있는 데이터가 결합된다. 간접적 또는 직접적 볼륨 렌더링 기술들과 같이, 임의의 렌더링 기술이 사용될 수 있다. 예컨대, 최대 강도 투사 렌더링, 최소 강도 투사 렌더링, 평균 강도 투사 렌더링 또는 다른 강도 투사 렌더링이 수행된다. 컬러 및/또는 불투명도 값들이 원하는 방향을 따라서 렌더링을 위해 보간될 수 있다. 간접적 방법들이 볼륨 데이터의 중간 표현을 생성하고 렌더링하는 반면에, 직접적 방법들은, 볼륨이 광을 어떻게 방출하고, 반사시키고, 산란시키고, 흡수하고 그리고 방해하는지를 설명하는 광학 모델을 평가함으로써, 복셀 데이터를 디스플레이한다. 복셀 값들은 물리적 수량들에 맵핑되고, 상기 물리적 수량들은 3D-공간 내의 개별 포인트들에서의 광 상호작용을 설명한다. 이미지 합성(synthesis) 동안에, 광학 모델에 기초하여 관찰 광선들을 따라서 광 상호작용 효과들을 통합시킴으로써, 광 전파가 계산된다.

텍스처-기반 볼륨 렌더링 접근법들은 프록시 기하구조(proxy geometry)의 방위에 따라 관점-정렬된 또는 객체-정렬된 방법들을 포함한다. 관점-정렬된 슬라이싱을 위해, 프록시 기하구조는 가상 카메라의 관찰 방향에 직교로 지향된다. 볼륨 데이터는 복셀 데이터의 블록(3D 텍스처)에 의해 표현된다. 객체-정렬된 슬라이싱을 위해, 프록시 기하구조는 볼륨의 세 개의 주요 축들에 직교로 지향된다. 복셀 데이터의 볼륨을 관통하는 많은 개수의 관점- 또는 객체 정렬된 슬라이스들이 프록시 기하구조를 이용한 렌더링 동안에 재구성된다.

다른 실시예에서, 다-평면 리포매팅 또는 재구성이 렌더링된다. 다-평면 리포매팅을 위해 하나 이상의 복셀 값들이 사용된다. 볼륨을 관통하는 두 개 이상의 평면들이 결정된다. 이들 평면들 중 하나 이상은 스캔 평면들과 상이하다. 평면들은 3-차원 그리드를 이용하는 대신에 재구성을 위해 복셀 위치들을 정의한다. 대안적으로, 평면들은, 데이터가 3-차원 그리드로부터 보간되는 위치들을 정의한다. 재구성을 이용하여, 평면들을 따라서 있는 위치들에 대한 하나 이상의 값들이 결정된다. 상기 값들은, 볼륨 내의 평면의 2-차원 이미지를 생성하기 위해 사용된다.

도 7은 불규칙적인 초음파 샘플링 그리드로부터의 3-차원 재구성을 위한 시스템(10)을 나타낸다. 시스템(10)은 그래픽스 프로세싱 유닛(GPU)(12), GPU 메모리(14), 프로세서(16), 디스플레이(18), 및 메모리(20)를 포함한다. 부가적이거나, 상이하거나 또는 더 적은 개수의 컴포넌트들이 제공될 수 있다. 시스템(10)의 메모리들(14 또는 20)에 부가하여 또는 시스템(10)의 메모리들(14 또는 20)에 대한 교체물로서, 예컨대, 하드 드라이브(hard drive), 탈착 가능 매체들, 또는 다른 메모리 컴포넌트가 제공된다. 다른 예로서, 예컨대 의료 이미징 네트워크 또는 데이터 기록보관(archival) 시스템과의 네트워킹을 위해, 사용자 입력부, 디스플레이, 네트워크, 또는 네트워크 연결이 제공된다. 다른 예에서, 메모리(20) 및 GPU 메모리(14)는 결합된다.

시스템(10)은 진단용 또는 치료용 초음파 시스템과 같은 의료 이미징 시스템의 일부이다. 대안적으로, 시스템(10)은, 예컨대 의료 레코드들 데이터베이스 워크스테이션과 연관된, 기록보관 및/또는 이미지 프로세싱 시스템의 일부이다. 다른 실시예들에서, 시스템(10)은 데스크톱(desktop) 또는 랩톱(laptop)과 같은 개인용 컴퓨터이다.

데이터 소스가 초음파 데이터를 프로세서(16), 메모리(20), GPU(12) 및/또는 GPU 메모리(14)에 제공한다. 데이터 소스는 초음파 빔형성기, 초음파 검출기, 초음파 스캔 컨버터, 네트워크, 데이터베이스, 저장 디바이스, 컴퓨터, 또는 볼륨을 표현하는 데이터의 세트를 취득하거나 그리고/또는 저장하도록 동작될 수 있는 다른 디바이스이다. 예컨대, 데이터 소스는 동시에 또는 순차적으로, 수십 개, 수백 개 또는 심지어 수천 개의 2 차원 이미지들 및 연관된 공간 관계 정보를 제공한다. 이미지들은, 이미징 포맷으로 있지 않거나 또는 이전에 이미징 포맷으로 있던 데이터이거나 또는 이미지를 디스플레이하기 위해 아직 사용되지 않았더라도, 이미지를 생성하기 위한 데이터를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 데이터 소스는 이미지들을 메모리(20)에 제공한다.

메모리(20)는 시스템 메모리, 캐시 메모리, 랜덤 액세스 메모리, CPU 메모리, 버퍼, 그들의 조합들 또는 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 메모리이다. 메모리(20)는 볼륨을 표현하는 데이터의 상이한 서브세트들 또는 전체 콜렉션을 순차적으로 저장하도록 동작될 수 있다. 예컨대, 메모리(20)는, 2 차원 이미지들의 어레이를, 상기 2 차원 이미지들이 취득되고 그리고 사용되는 대로 저장하거나, 또는 사용될 이미지들 전부를 저장하거나, 또는 이미지들의 진행중인 콜렉션을 저장한다.

2 차원 이미지들은 환자 또는 구조를 관통하는 병렬 또는 비-병렬 슬라이스들 또는 평면들을 표현한다. 평면들은, 복수 개의 깊이 위치들 또는 복수 개의 방위각 위치들에서 분리된 것과 같이, 하나의 차원에 있어서 떨어져 이격된다. 평면들은 관심 있는 볼륨의 안 또는 밖을 가로지를 수 있다.

이미지들은, 이미지들의 각각의 바로 인접한 쌍 사이의 동일하거나 또는 가변하는 간격을 이용하여 동일하거나 또는 상이한 해상도를 갖는다. 각각의 평면에 대하여, 초음파 데이터는 복수 개의 샘플 위치들을 표현한다. 결합하여(in combination) 평면들에 대한 샘플 위치들은 불규칙적인 초음파 샘플 그리드 내에 있다. 불규칙한 그리드는 다른 평면의 샘플 위치들로부터 분수 거리만큼 오프셋 된 하나의 평면 내의 샘플 위치들을 갖는다. 그리드는, 방위각 및 거리에 있어서 규칙적으로 이격되는 바와 같이, 적어도 하나의 차원을 따라서 스큐(skew) 되지만, 고도 차원을 따라서 오프셋 된 방위각으로 스큐된다. 예컨대, 평면들 및 대응하는 샘플 위치들은 선형 어레이의 길이방향 축을 중심으로 비틀린 상기 선형 어레이를 따라서 있는 상이한 조리개들로부터의 스캐닝에 의해 취득된다. 하나의 평면의 샘플 위치들은, 다른 평면의 샘플 위치들로부터 분수 거리만큼 오프셋된다. 대안적으로, 그리드는 하나 이상의 평면들 내에서 불규칙적이다.

각각의 이미지의 데이터 콘텐츠는, 우수한 캐시 일관성(cache coherency)을 보장하기 위해, 메모리(20) 내부에서 연속적이지만, 비-연속적인 주소들 내의 데이터를 갖는 하나 이상의 이미지들이 사용될 수 있다. 이미지들은 상이한 메모리들(예컨대, 메모리(14) 및 메모리(20))에 저장될 수 있고, 이미지들은 균일한 스케일링 및/또는 이미지-간 거리가 결핍될 수 있다.

프로세서(16)는 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서, 주문형 집적 회로, 필드 프로그램어블 게이트 어레이(field programmable gate array), 그래픽스 프로세서 유닛, 중앙처리장치, 아날로그 회로(analog circuit), 디지털 회로(digital circuit), 그들의 조합들, 멀티프로세서들, 네트워크 또는 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 프로세서이다. 일 실시예에서, 프로세서(16) 및 메모리(14)는, OpenGL, DirectX, 또는 다른 그래픽 데이터 렌더링 언어들에 따라 동작될 수 있는 그래픽스 카드와 같은, 그래픽스 프로세싱 유닛의 일부이다. 다른 실시예에서, 프로세서(16)는 GPU(12)와 상호작용하기 위한 제어 프로세서 또는 범용 프로세서이다.

프로세서(16)는 메모리(20)로부터 그래픽스 프로세싱 유닛(12)으로 데이터를 로딩하는 것을 제어한다. 프로세서(16)는 보간 및/또는 렌더링 기능들을 수행하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서(16)는 3-차원 그리드를 재구성하기 위해 사용되는 정보를 계산한다. 정보는 주어진 시퀀스의 볼륨들에 대한 알려진 관계들에 기초한, 파라미터들에 대한 값들을 포함한다. 고정된 임의의 파라미터들, 또는 3-차원 그리드를 재구성하기 위해 그리고/또는 그리드로부터 이미지들을 렌더링하기 위해 변경 없이 사용되는 임의의 파라미터들은 프로세서(16)에 의해 계산되거나 또는 로딩된다. 이러한 파라미터들은 거리, 고도, 및 방위각 제한치들; 거리, 방위각, 및 고도에 있어서의 샘플 간격; 및 데카르트 샘플링 그리드 간격을 포함한다. 볼륨들의 시퀀스를 통틀어 변할 수 있거나 또는 가변할 수 있는 값들을 갖는 파라미터들에 대하여, GPU(12)는 상기 파라미터들을 계산하거나 또는 로딩한다. 프로세싱의 다른 분포(distribution)들이 사용될 수 있다.

그래픽스 프로세싱 유닛(GPU)(12)은 그래픽스 가속기 칩, 프로세서, 주문형 집적 회로, 아날로그 회로, 디지털 회로, 가속기 카드, 또는 그들의 조합들이다. 일 실시예에서, GPU(12)는 예컨대 nVidia(예컨대, Quadro FX 4500 또는 다른 것들), ATI(예컨대, Radeon 9700 또는 다른 것들), 또는 Matrox(예컨대, Parhelia 또는 다른 것들)에 의해 제조된 개인용 컴퓨터 그래픽스 가속기 카드 또는 컴포넌트들이다. 맞춤형 GPU가 사용될 수 있다. GPU(12)는, 예컨대, 3-차원 그리드를 재구성하기 위해 그리고/또는 재구성된 그리드로부터 이미지를 렌더링하기 위해 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)들을 사용하는, 볼륨 렌더링 프로세스들을 가속하기 위한 하드웨어 디바이스들을 제공한다. 예시적 API들은 OpenGL 및 DirectX를 포함하지만, 다른 API들이 GPU(12)와 무관하게 또는 GPU(12)와 함께 사용될 수 있다.

GPU(12)는 API 또는 API를 제어하는 애플리케이션에 기초하여 볼륨 렌더링을 위해 동작될 수 있다. 예컨대, GPU(12)는, 알파 블렌딩(alpha blending), 최소 투사, 최대 투사, 표면 렌더링, 또는 데이터의 다른 볼륨 렌더링을 이용하여 맵을 텍스처링(texturing)하기 위해 동작될 수 있다. GPU(12)는 또한, 이중선형 및/또는 선형 보간과 같이, 데카르트 또는 다른 그리드에 대하여 재구성을 수행한다.

GPU(12)는 개념적으로 또는 물리적으로 복수 개의 상이한 프로세서들로 분할된다. 예컨대, GPU(12)는 렌더링 파이프라인(rendering pipeline) 내에 프래그먼트(fragment) 및 꼭짓점(vertex) 셰이더(shader)들 그리고 다른 프로세서들을 포함한다. 상이한 프로세서들은 상이한 기능들을 갖는다. 보간 가중치들에 대한 계산들, 평면들 발견, 타겟 샘플 결정, 샘플 위치들 및 샘플들 식별, 이중선형 보간, 선형 보간, 또는 본 명세서에 논의된 다른

기능들이 GPU(12) 및/또는 프로세서(16)의 동일하거나 또는 상이한 프로세서들에 의해 수행된다.

일 실시예에서, GPU(12)의 프래그먼트 프로세서가 이중선형 및/또는 선형 보간을 수행하도록 구성된다. 네 개의 샘플들의 위치들이 각각의 평면에 대하여 결정된다. 위치들은 초음파 데이터로부터 각각의 평면 내에서 이중선형으로 보간된다. 네 개의 샘플들은, 타겟 또는 복셀 위치로부터 투사된 평면들 내의 위치들에 가장 근접하고 상기 위치들을 둘러싼다. 데카르트 그리드의 각각의 포인트에 가장 가까운 포지션들에 대한 샘플들이 이중선형으로 보간된다.

프래그먼트 프로세서는 상이한 평면들의 이중선형으로 보간된 샘플들로부터, 데카르트 그리드로 선형으로 보간하도록 구성될 수 있다. 인접한 평면들로부터의 이중선형 보간 결과들은 고도 차원을 따라서 선형으로 보간된다. 선형 보간은 취득 데이터로부터 데카르트 또는 다른 전역 그리드로의 보간을 완료시킨다. 데이터는 불규칙적인 그리드로부터 규칙적으로 이격된 3-차원 그리드로 보간된다.

프래그먼트 프로세서는, 이중선형 보간을 수행하도록 그리고 두 개의 주어진 평면들 사이의 다른 위치들 및/또는 평면들의 다른 쌍들 사이의 다른 위치들에 대한 선형 보간을 수행하도록 구성된다. 취득된 데이터의 전체 또는 서브세트가 데카르트 또는 다른 그리드로 재구성된다. 데카르트 또는 다른 그리드는 복셀 값들로 파플레이팅된다. 복셀 값들은, MPR을 위해 하나 이상의 평면들에 대하여 또는 볼륨 렌더링을 위해 볼륨에 대하여 결정된다.

프래그먼트 프로세서 및/또는 다른 프로세서들을 이용하는 GPU(12)는, 데카르트 또는 다른 그리드의 그리드 포인트들을 표현하는 복셀 데이터로부터 이미지를 렌더링한다. 임의의 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 렌더링이 사용될 수 있다.

GPU(12) 및/또는 GPU 메모리(14)는, 의료 진단용 또는 치료용 이미징 시스템과 같이 단일 시스템 컴포넌트의 일부로서 시스템(10) 내에 포함된다. 대안적인 실시예들에서, GPU(12) 및 GPU 메모리(14)는, 워크스테이션(workstation) 또는 개인용 컴퓨터 내에 제공되는 바와 같이, 데이터 취득 시스템과 별개로 제공된다. 취득된 데이터는, 무선으로, 컴퓨터 네트워크를 경유하여, 또는 이동 가능한 저장 매체를 통해 GPU(12)에 전송된다.

GPU 메모리(14)는 비디오 랜덤 액세스 메모리(video random access memory), 랜덤 액세스 메모리, 또는 데이터 또는 비디오 정보를 저장하기 위한 다른 메모리 디바이스이다. 일 실시예에서, GPU 메모리(14)는 GPU(12)의 비디오 랜덤 액세스 메모리이다. GPU(12)를 위한 구동기 또는 메모리 구동기는 GPU 메모리(14)에 의한 데이터의 저장을 제어한다. GPU 메모리(14)는 데이터를 저장하고, 전송하고, 그리고 검색하기 위한 구동기에 응답한다. GPU 메모리(14)는 보간 가중치들, 보간을 위한 초음파 샘플들, 및/또는 보간된 결과들을 저장하기 위해 동작될 수 있다.

일 예시적 GPU 구현에서, 볼륨 데이터는 GPU 메모리(14)에 저장된다. 평면들 전부, 평면들의 서브세트, 또는 주어진 보간을 위해 선택된 평면들의 초음파 데이터가 저장된다. 결과적 복셀 데이터가 저장될 수 있다. 복셀 값들은 분류 및 셰이딩(shading)을 위해 추가로 사용될 수 있다.

GPU 메모리(14) 및/또는 메모리(20)는 프로그래밍된 프로세서에 의해 실행될 수 있는 명령들을 표현하는 데이터를 그 내부에 저장하는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체이다. 명령들은, GPU(12) 및/또는 프로세서(16)의 프로세서들에 로딩됨으로써 또는 GPU(12) 및/또는 프로세서(16)의 프로세서들에 이용 가능하게 됨으로써, 프로세서(들)를 구성시킨다. 프로세서(16) 또는 GPU(12)는 메모리(14), 메모리(20), 또는 다른 메모리에 저장된 명령들에 따라 동작한다. 프로세서(16) 또는 GPU(12)는 하드웨어 가속된 3-차원 재구성을 위해 프로그래밍된다. 메모리는 비-일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체들이다. 상기 프로세서들, 방법들, 및/또는 본 명세서에 논의된 기술들을 구현하기 위한 상기 명령들은, 캐시, 버퍼, RAM, 탈착 가능 매체들, 하드 드라이브 또는 다른 컴퓨터 판독가능 저장 매체들과 같은 컴퓨터-판독가능 저장 매체들 또는 메모리들 상에 제공된다. 비-일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체들은 다양한 타입들의 휘발성 및 비휘발성 저장 매체들을 포함한다. 도면들에 도시되거나 또는 본 명세서에 설명된 기능들, 동작들 또는 작업들은, 컴퓨터 판독가능 저장 매체들 내에 또는 컴퓨터 판독가능 저장 매체들 상에 저장된 명령들의 하나 이상의 세트들에 응답하여 실행된다. 기능들, 동작들 또는 작업들은, 특정한 타입의 명령들 세트, 저장 매체들, 프로세서 또는 프로세싱 전략과 무관하고, 그리고 단독으로 또는 결합하여 동작하는 소프트웨어, 하드웨어, 집적 회로들, 펌웨어(firmware), 마이크로 코드(micro code) 등에 의해 수행될 수 있다. 마찬가지로, 프로세싱 전략들은 멀티프로세싱(multiprocessing), 멀티태스킹(multitasking), 병렬 프로세싱 등을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 명령들은 국부적 또는 원격 시스템들에 의한 판독을 위해 탈착 가능 매체들 디바이스 상에 저장된다. 다른 실시예들에서, 명령들은 컴퓨터 네트워크를

통한 또는 전화선들을 경유한 전송을 위해 원격 위치에 저장된다. 여전히 다른 실시예들에서, 명령들은 주어진 컴퓨터, CPU, GPU 또는 시스템 내에 저장된다.

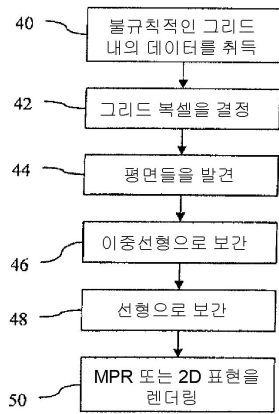
디스플레이(18)는 CRT, LCD, 투사기, 플라즈마, 또는 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 디스플레이 디바이스이다. 디스플레이(18)는 데이터가 렌더링되는 동안에 또는 데이터가 렌더링된 이후에 이미지 또는 이미지의 시퀀스를 생성한다. 이미지는, 3차원 표현, 예컨대 사용자 또는 프로세서 선택된 관찰 방향으로부터 렌더링된 2 차원 이미지이다. 대안적으로, 이미지는 볼륨 내의 평면들을 표현하는 하나 이상의 2-차원 이미지들이다. 디스플레이(18)는, 국부적 시스템(10)의 일부이거나, 또는 네트워크된 디스플레이와 같이 원격이다.

z는 위에서 전역 좌표들에 대하여 사용된다. 대안적인 실시예들에서, 거리(range)가 z 대신에 사용될 수 있다.

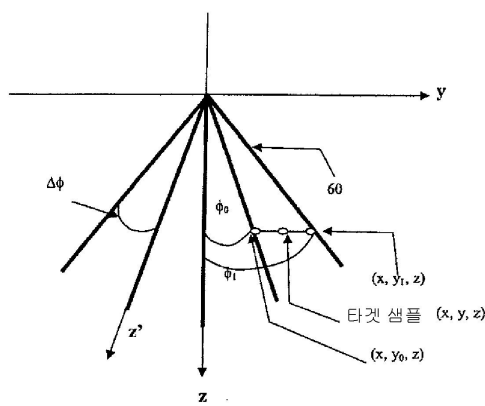
본 발명이 위에서 다양한 실시예들을 참조하여 설명되었더라도, 많은 변경들 및 수정들이 본 발명의 범위로부터 벗어남 없이 만들어질 수 있다는 것이 이해될 것이다. 그러므로, 전술된 상세한 설명이 제한적인 것이 아니라 실례적인 것으로서 간주된다는 것이 의도되고, 상기 전술된 상세한 설명이 이러한 본 발명의 사상 및 범위를 정의하도록 의도되는 아래의 청구항들 - 모든 대응물들을 포함함 - 인 것이 이해된다는 것이 의도된다.

**도면**

**도면1**

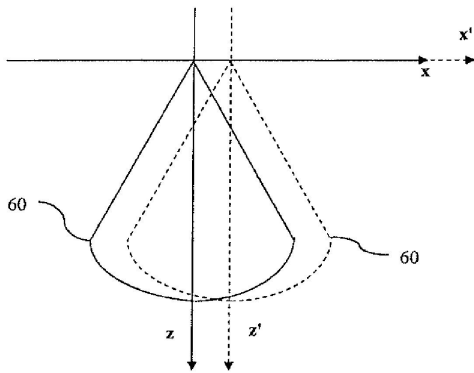


**도면2**

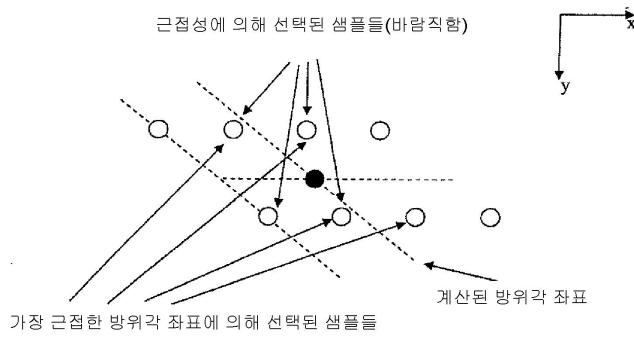




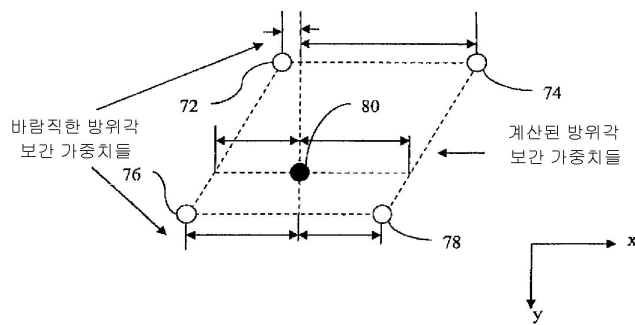
도면3



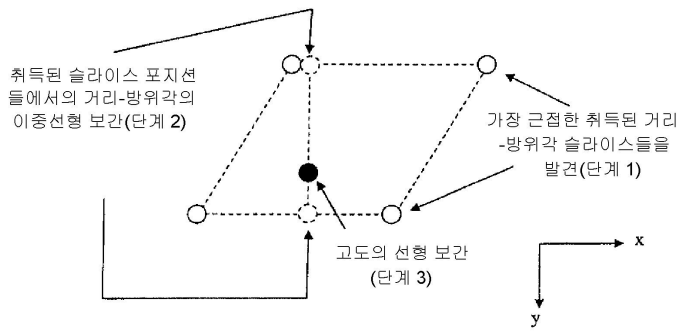
도면4



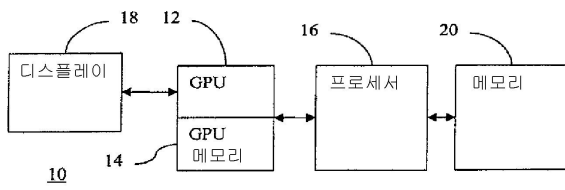
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题：不规则超声采样网格的三维重建		
公开(公告)号	<a href="#">KR101612763B1</a>	公开(公告)日	2016-04-18
申请号	KR1020140186417	申请日	2014-12-22
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司 西门子公司 西门子美国		
申请(专利权)人(译)	西门子医疗解决方案USA, INC. SIEMENS公司 西门子医疗解决方案USA, INC. (美国) 西门子公司 (美国)		
当前申请(专利权)人(译)	西门子医疗解决方案USA, INC. 지멘스메디컬솔루션즈유에스에이, 인크. 西门子SIEMENS公司公司		
[标]发明人	SMITH CASEM MERVIN 스미쓰 카셈 메르빈 LJUNG PATRIC 엘정 패트릭 STORDEUR GUILLAUME 스토르되르 길라우메 MO JIAN HUA 모 지안 후아 MCDERMOTT BRUCE 맥더모트 브루스 스미쓰카셈메르빈 엘정패트릭 맥더모트브루스 모지안후아		
发明人	스미쓰-카셈, 메르빈 엘정, 패트릭 맥더모트, 브루스 모, 지안-후아		
IPC分类号	A61B8/08 G06T11/00		
CPC分类号	G01S7/52034 G01S15/8993		
代理人(译)	专利法的人和别人 Jeonghyeonju Yisiyong		
优先权	13/051706 2011-03-18 US		
其他公开文献	KR1020150023212A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

将不规则超声采样网格重建为三维网格以进行成像。使用螺旋换能器获取的体数据包括沿一维间隔的数据的分数偏移，导致不规则的超声采样网格。为了确定 ( 42 ) 均匀网格上的网格点的体素值，识别两个相邻平面 ( 44 )。两个平面中的样本位置未对齐，并且位于不规则超声采样网格上。诸如图形处理单元 ( 12 ) 的硬件加速设备在每个平面中执行双线性插值 ( 46 )。将每个平面的数据内插 ( 46 ) 到对应于网格点的适当的全局方位角坐标。来自每个平面的双线性内插值被线性内插 ( 48 ) 到网格点。

