



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0053807
(43) 공개일자 2019년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 8/54 (2013.01)

A61B 8/469 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0137388

(22) 출원일자 2018년11월09일

심사청구일자 2018년11월12일

(30) 우선권주장

15/809,802 2017년11월10일 미국(US)

(71) 출원인

지멘스 메디컬 솔루션즈 유에스에이, 인크.

미국 펜실베이니아 앨버튼 리버티 블러바드 40 (우 : 19355)

(72) 발명자

라오, 빔바

미국 95129 캘리포니아 새너제이 찰린 코트 6751

구라카, 이스마일 엠.

미국 94062 캘리포니아 레드우드 시티 퀴츠 스트리트 475

(74) 대리인

특허법인 남앤남

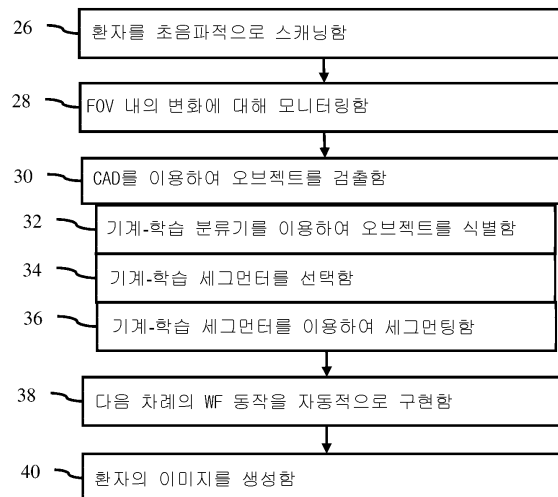
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 초음파 이미징에서의 기계-보조 작업흐름

(57) 요약

변화에 대해 시야를 모니터링하거나 또는 모니터링하지 않으면서, 컴퓨터-지원 분류 및/또는 컴퓨터-지원 세그먼테이션을 사용하여, 초음파 이미징을 위한 작업흐름이 더욱 효율적이게 될 수 있다. 분류 및/또는 세그먼테이션은, 초음파 검사를 구성하는 동작들의 시퀀스 내의 다음 차례의 동작을 수행하기 위해 사용된다. 동작을 결정하고 동작을 구현할 것을 사용자에게 요구하는 것이 아니라, 이미징되는 오브젝트의 식별 및/또는 위치에 기반하여, 초음파 스캐너가 동작을 결정 및 구현한다. 예컨대, 기계-학습 분류기를 사용한, 신장으로서의 오브젝트의 식별이, 색 흐름 스캔을 트리거링하고, 오브젝트의 위치가 색 흐름 관심 구역(ROI)에 대한 배치를 결정하여서, 사용자가 ROI 개시 및/또는 배치를 수행해야 하는 것이 방지되고, 작업흐름 효율이 증가된다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

초음파 스캐너(scanner)에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법으로서,

상기 초음파 스캐너의 초음파 변환기(transducer)를 이용하여 환자의 내부 영역을 스캔(scan)하는 단계 - 상기 스캔하는 단계는 진행중인 초음파 검사에서 반복됨 -;

상기 진행중인 초음파 검사 동안의 스캔으로부터의 스캔 데이터(scan data)에 적용되는 기계-학습(machine-learn) 분류기에 의해, 상기 내부 영역에서 오브젝트(object)를 식별하는 단계;

상기 오브젝트의 식별에 기반하여 기계-학습 분할기(segmentor)를 선택하는 단계 - 상기 선택하는 단계는 상기 진행중인 초음파 검사 동안 일어남 -;

상기 진행중인 초음파 검사 동안, 상기 선택된 기계-학습 분할기에 의해, 상기 스캔 데이터에서 상기 오브젝트를 분할(segment)하는 단계;

상기 초음파 스캐너에 의해, 상기 오브젝트의 분할에 기반하여, 상기 작업흐름에서의 다음 차례의 동작을 실시하는 단계 - 상기 다음 차례의 동작은, 상기 진행중인 초음파 검사 동안, 그리고 상기 분할하는 단계와 상기 실시하는 단계 사이에 상기 초음파 스캐너에 대한 사용자 입력 없이 실시됨 -; 및

상기 초음파 스캐너에 의해, 상기 오브젝트의 이미지(image)를 생성하는 단계

를 포함하는,

방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 스캔하는 단계는 연속적으로 스캔하는 단계를 포함하고, 상기 식별하는 단계, 상기 선택하는 단계, 상기 분할하는 단계 및 상기 실시하는 단계는 연속적인 스캔과 함께 실시간으로 일어나는,

방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 식별하는 단계는 상기 내부 영역 내의 장기(organ) 또는 삽입된 디바이스(device)를 식별하는 단계를 포함하고, 상기 선택하는 단계는 상기 장기 또는 상기 삽입된 디바이스에 대해 트레이닝된(trained) 기계-학습 분할기를 선택하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 식별하는 단계는 상기 내부 영역에서 이상(abnormality)을 식별하는 단계를 포함하고, 상기 실시하는 단계는 상기 이상에 기반하여 상기 다음 차례의 동작을 실시하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 선택하는 단계는 식별된 상기 오브젝트에 대한 상기 기계-학습 분할기를 구성하는 가중치들을 선택하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 분할하는 단계는 상기 오브젝트의 경계를 위치결정(locating)하는 단계를 포함하고, 상기 실시하는 단계는 상기 경계에 따라 실시하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 실시하는 단계는,

상기 오브젝트를 스캔하도록 상기 초음파 스캐너를 구성하는 것,

상기 환자의 의료 기록(record)에 상기 이미지를 저장하는 것,

상기 오브젝트 주위의 또는 상기 오브젝트 내의 관심 영역을 설정하는 것, 및/또는

상기 초음파 스캐너의 사용자 인터페이스(interface) 상에 상기 오브젝트의 측정을 준비하는 것

으로서, 상기 다음 차례의 동작을 실시하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 실시하는 단계는, 상기 진행중인 초음파 검사의 액션(action)들의 시퀀스(sequence)에서 취해진 액션으로서 상기 작업흐름에서의 상기 다음 차례의 동작을 실시하는 단계를 포함하며, 상기 취해지는 액션은 상기 분할에 의해 트리거링되는(triggered),

방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 스캔하는 단계는 B-모드(B-mode)로 스캔하는 단계를 포함하고, 상기 실시하는 단계는, 상기 오브젝트의 식별, 상기 분할로부터의 상기 오브젝트의 포지션(position), 및 상기 분할로부터의 상기 오브젝트의 크기에 기반하여, 색 관심 영역을 세팅(setting)하는 것으로서 상기 다음 차례의 동작을 실시하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 실시하는 단계는, 상기 오브젝트의 식별 및 상기 분할로부터의 상기 오브젝트의 위치에 기반하여, 상기 스캔의 스캔 깊이를 변화시키는 것으로서 상기 다음 차례의 동작을 실시하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 이미지를 생성하는 단계는, 상기 다음 차례의 동작의 수행에 대한 응답으로서 상기 이미지를 생성하는 단

계를 포함하는,
방법.

청구항 12

제1항에 있어서,
상기 이미지를 생성하는 단계는, 그래픽(graphic)을 이용하여 상기 다음 차례의 동작의 수행을 보여주는 것으로서 상기 이미지를 생성하는 단계를 포함하는,
방법.

청구항 13

제1항에 있어서,
상기한 시간들로부터의 스캔 데이터 간의 변화의 수준을 검출하는 단계, 및
상기 변화의 수준이 임계치를 초과하는 것에 대한 응답으로, 상기 식별하는 단계, 상기 선택하는 단계, 및 상기 분할하는 단계를 수행하고, 상기 변화의 수준이 상기 임계치 미만인 것에 대한 응답으로, 상기 식별하는 단계 및 상기 선택하는 단계를 반복하지 않으면서, 상기 분할하는 단계를 수행하는 단계
를 더 포함하는,
방법.

청구항 14

초음파 이미징(imaging)에서의 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 시스템(system)으로서,
변환기를 이용하여, 초음파로 환자의 영역을 스캔(scan)하도록 구성된 초음파 스캐너 - 상기 스캔은 상기 환자의 검사 동안 반복됨 -;
상기 스캔의 스캔 데이터로부터의 상기 영역의 하나 이상의 오브젝트들의 컴퓨터(computer)-보조 분류를 적용하도록, 상기 분류에 기반하여 상기 하나 이상의 오브젝트들의 컴퓨터-보조 분할을 적용하도록, 그리고 상기 하나 이상의 오브젝트들의 상기 분할에 기반하여 상기 초음파 스캐너의 동작을 변경하도록 구성된 이미지 프로세서(processor) - 상기 동작의 변경은 상기 환자의 검사를 위한 작업흐름에서의 다음 차례의 단계임 -; 및
상기 작업흐름에서의 다음 차례의 단계 및/또는 상기 변경을 보여주는 그래픽을 이용하여, 상기 영역의 이미지를 디스플레이(display)하도록 동작가능한 디스플레이(display)
를 포함하는,
시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 이미지 프로세서는, 시간에 걸쳐 상기 스캔 데이터에서 시야의 변화를 모니터링ing)하도록 구성되고, 상기 변화가 임계치를 초과하는 것에 대한 응답으로 상기 컴퓨터-보조 분류를 적용하도록 구성되는,
시스템.

청구항 16

제14항에 있어서,
상기 컴퓨터-보조 분류는, 장기들 및/또는 이상들로서 상기 하나 이상의 오브젝트들을 식별하도록 구성된 기계-학습 분류기를 적용하는 것을 포함하고, 상기 컴퓨터-보조 분할은 하나 이상의 장기들 및/또는 이상들을 위치결정하도록 구성된 기계-학습 분할기를 적용하는 것을 포함하는,
시스템.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 작업흐름은 초음파를 이용한 상기 환자의 검사의 초기 스캔으로부터 완료까지 결정 트리(decision tree) 내의 단계들의 시퀀스를 포함하며, 상기 다음 차례의 단계는 상기 결정 트리 내의 단계들 중 하나를 포함하는, 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 변경은 관심 영역의 배치, 상기 스캔에 대한 깊이의 변화, 및/또는 상기 하나 이상의 오브젝트들의 측정을 포함하는,

시스템.

청구항 19

초음파 스캐너에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법으로서,

상기 초음파 스캐너에 의해, 환자를 초음파로 검사하기 위한 작업흐름의 일부로서 상기 환자를 스캔하는 단계 — 상기 작업흐름은 동작들의 시퀀스를 포함함 —;

상기 초음파 스캐너에 의해, 상기 스캔의 시야의 변화를 모니터링(monitoring)하는 단계;

상기 변화에 대한 응답으로, 기계-학습망(machine-learned network)을 이용하여 상기 스캔으로부터 오브젝트를 검출하는 단계 — 상기 검출하는 단계는, 상기 오브젝트를 식별하는 단계 및/또는 상기 오브젝트를 위치결정하는 단계를 포함함 —; 및

사용자 제어 없이, 상기 작업흐름의 시퀀스를 따라 증가(increment)하도록 상기 초음파 스캐너의 동작을 변경하는 단계

를 포함하며,

상기 변경은 상기 오브젝트의 식별 및/또는 위치에 기반하는,

방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 모니터링하는 단계는 임계치를 초과하는 것으로서 상기 변화를 식별하는 단계를 포함하며,

상기 검출하는 단계는, 기계-학습 분류기를 이용하여 상기 오브젝트를 식별하는 단계, 및 그런 다음, 상기 식별에 기반하여 선택된 기계-학습 분할기를 이용하여, 식별된 오브젝트를 분할하는 단계를 포함하며, 그리고

상기 변경하는 단계는, 상기 식별 및 상기 위치의 주석과 함께 이미지를 저장하는 단계, 상기 시야의 깊이를 변경하는 단계, 관심 영역을 배치하는 단계, 및/또는 게이트(gate)를 배치하는 단계를 포함하는,

방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

[0001] 본 실시예들은 초음파 이미징(imaging)에 관한 것이다. 기계 학습(machine learning)은 이미지(image) 분류 및 분할(segmentation)을 다루는 것에 거대한 진전을 이루었다. 예컨대, 심층 컨볼루션 신경망(deep convolutional neural network)은, 일부 도메인(domain)들에서 인간 수행에 매칭(matching)되거나 또는 인간 수행을 능가하는, 초음파검사에서의 어려운 시각적 인식 태스크(task)들에 대한 합리적인 수행을 달성할 수 있

다. 초음파 이미지들로부터의 분류 또는 분할은, 진단, 예후들, 또는 치료를 위한 더 많은 정보를 의사들에게 제공하기 위해 사용된다.

배경 기술

- [0002] 자동화된 분류 또는 분할이 소노그래퍼(sonographer)를 지원하여서, 환자를 검사하기 위해 사용되는 일부 시간이 감소될 수 있다. 증가하는 그리고 고령화되는 환자 인구가 개선된 건강관리 효율에 대한 수요를 생성하고 있다. 이것은, 검사 시간들을 감소시키고 반복적인 모션(motion)을 통한 사용자 스트레스(stress)를 감소시키는, 증가되는 환자 처리량의 관점에서의 초음파 이미징 작업흐름 개선을 위한 거대한 요구로 이어졌다. 초음파 검사들 및 자동화된 분할의 표준화가 도움이 될 수 있는 한편, 검사 시간 및 결과적인 사용자 스트레스를 감소시키기 위해 더 많은 효율들이 발견될 수 있다.

발명의 내용

- [0003] 도입부로서, 아래에서 설명된 바람직한 실시예들은 초음파 스캐너(scanner)에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법들, 명령들, 및 시스템(system)들을 포함한다. 변화에 대해 시야를 모니터링(monitring)하거나 또는 모니터링하지 않으면서, 컴퓨터(computer)-지원 분류 및/또는 컴퓨터-지원 분할을 사용하여, 초음파 이미징을 위한 작업흐름이 더욱 효율적이게 될 수 있다. 분류 및/또는 분할은, 초음파 검사를 형성하는 동작들의 시퀀스(sequence)에서의 다음 차례의 동작을 수행하기 위해 사용된다. 동작을 결정하고 동작을 실시할 것을 사용자에게 요구하는 것이 아니라, 초음파 스캐너가, 이미징되는 오브젝트(imaged object)의 식별 및/또는 위치에 기반하여, 동작을 결정 및 실시한다. 예컨대, 기계-학습(machine-learnnt) 분류기를 사용한, 신장으로서의 오브젝트의 식별이, 색 흐름 스캔(color flow scan)을 트리거링(trigger)하고, 오브젝트의 위치가 색 흐름 관심 영역(ROI; region of interest)에 대한 배치를 결정하여서, 사용자가 ROI 개시 및/또는 배치를 수행해야 하는 것이 방지되고, 작업흐름 효율이 증가된다.
- [0004] 제1 양상에서, 초음파 스캐너에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법이 제공된다. 초음파 스캐너의 초음파 변환기(transducer)를 이용하여, 환자의 내부 영역이 스캔(scan)된다. 스캔은 진행중인 초음파 검사에서 반복된다. 진행중인 초음파 검사 동안 스캔으로부터의 스캔 데이터(scan data)에 적용되는 기계-학습 분류기가, 내부 영역에서 오브젝트를 식별한다. 오브젝트의 식별에 기반하여, 기계-학습 분할기(segmentor)가 선택된다. 선택은 진행중인 초음파 검사 동안 일어난다. 선택된 기계-학습 분할기는, 진행중인 초음파 검사 동안, 스캔(scan) 데이터에서 오브젝트를 분할(segment)한다. 초음파 스캐너는, 오브젝트의 분할에 기반하여, 작업흐름에서의 다음 차례의 동작을 실시한다. 다음 차례의 동작은, 진행중인 초음파 검사 동안, 그리고 분할(segmenting)과 실시하는 것 사이에 초음파 스캐너에 대한 사용자 입력 없이 실시된다. 초음파 스캐너는 오브젝트의 이미지를 생성한다.
- [0005] 제2 양상에서, 초음파 이미징에서 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 시스템이 제공된다. 초음파 스캐너는, 변환기를 이용하여, 초음파로 환자의 영역을 스캔하도록 구성된다. 스캔은 환자의 검사 동안 반복된다. 이미지 프로세서(processor)는, 스캔의 스캔 데이터로부터의 영역의 하나 이상의 오브젝트들의 컴퓨터-보조 분류를 적용하고, 분류에 기반하여 하나 이상의 오브젝트들의 컴퓨터-보조 분할을 적용하며, 그리고 하나 이상의 오브젝트들의 분할에 기반하여 초음파 스캐너의 동작을 변경하도록 구성된다. 동작의 변경은 환자의 검사를 위한 작업흐름에서의 다음 차례의 단계이다. 디스플레이(display)는, 변경, 및/또는 작업흐름에서의 다음 차례의 단계를 보여주는 그래픽(graphic)을 이용하여, 영역의 이미지를 디스플레이(display)하도록 동작가능하다.
- [0006] 제3 양상에서, 초음파 스캐너에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법이 제공된다. 초음파 스캐너는 환자를 초음파적으로 검사하기 위한 작업흐름의 일부로서 환자를 스캔한다. 작업흐름은 동작들의 시퀀스를 포함한다. 초음파 스캐너는 스캔의 시야의 변화를 모니터링(monitor)한다. 변화에 대한 응답으로, 기계-학습 망(machine-learnnt network)을 이용하여 스캔으로부터 오브젝트가 검출된다. 검출은, 오브젝트를 식별하며 그리고/또는 오브젝트를 위치결정(locating)하는 것을 포함한다. 사용자 제어 없이, 작업흐름의 시퀀스를 따라 증가(increment)하도록 초음파 스캐너의 동작이 변경된다. 변경은 오브젝트의 식별 및/또는 위치에 기반한다.
- [0007] 본 발명은 다음의 청구항들에 의해 정의되고, 본 섹션(section)의 아무것도 그러한 청구항들에 대한 제한으로서 취해지지 않아야 한다. 본 발명의 추가적인 양상들 및 장점들은 바람직한 실시예들과 함께 아래에서 논의되고, 독립적으로 또는 결합하여 추후에 청구될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 컴포넌트(component)들 및 도면들이 반드시 축척에 맞는 것은 아니며, 대신에, 본 발명의 원리들을 예시할 때 강조가 이루어진다. 게다가, 도면들에서, 유사한 참조 부호들은 상이한 도면들 전체에 걸쳐 대응하는 부분들을 표기한다.
- [0009] 도 1은 초음파 스캐너에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법의 일 실시예의 흐름도 다이어그램(diagram)이고;
- [0010] 도 2는 초음파 스캐너에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법의 다른 실시예의 흐름도 다이어그램이고;
- [0011] 도 3은 초음파 검사를 위한 예시적인 기본 작업흐름을 예시하고;
- [0012] 도 4는 작업흐름에서의 다음 차례의 동작으로서 배치된 관심 영역 지시기를 갖는 예시적인 초음파 이미지를 예시하고;
- [0013] 도 5는 작업흐름에서의 다음 차례의 동작으로서 배치된 측정 캘리퍼(caliper) 지시기를 갖는 예시적인 초음파 이미지를 예시하며; 그리고
- [0014] 도 6은 초음파 이미징을 위한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 시스템의 일 실시예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] [0015] 이미지 인식은, 초음파 이미징 작업흐름을 단지 인식하기 위해서가 아니라, 초음파 이미징 작업흐름을 보조하고 개선시키기 위해 적용된다. 이미지 분류 및 분할 시, 기계 학습-기반 기법들이 점점 더 성공적이 되었다. 동시에, 개선된 환자 처리량에 대한 수요가 증가했다. 이미지 인식은, 증가되는 환자 처리량 및 효율을 위해서 초음파 이미징 작업흐름을 개선시키고 보조하기 위해 사용된다.
- [0010] [0016] 일 실시예에서, 초음파 이미징 작업흐름을 보조하고 개선시키기 위해, 기계 학습-기반 이미지 분류 및 분할 기법들이 활용된다. 병변(pathology) 식별에 기반하여, 표준 작업흐름으로부터의 이탈(deviation)들이 제안되며 그리고/또는 실시된다. 이미지 분류 및 분할은, 사실(fact) 후에 분류를 제공하는 것과는 대조적으로, 실제 라이브(live) 검사 동안 실시간 작업흐름 지원을 제공하기 위해, 라이브 스캔 동안 발생한다. 실시간 동작은, 사용자에게 의해 수동으로 입력되는 것과는 대조적으로, 초음파 스캐너에 의한 프리세트(preset)들, 측정들, 및 주석들의 자동 로딩/loading)을 허용한다. 병변 검출에 기반하는 자동화된 작업흐름 수정이 실시되고, 초음파 스캐너는 임의의 작업흐름을 수정할 때 사용자에게 명확하게 통신한다.
- [0011] [0017] 도 1은 초음파 스캐너에 대한 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 방법을 도시한다. 환자의 초음파 검사 동안, 동작들의 시퀀스가 수행된다. 동작들 중 적어도 일부는, 환자의 내부 영역에서의 오브젝트 또는 오브젝트들의 분류 및/또는 분할에 대한 응답으로 수행된다. 초음파 스캐너는 컴퓨터-지원 분류 및/또는 분할에 대한 응답으로 동작들을 자동적으로 수행하며, 이는 사용자가, 동작들을 실시하도록 초음파 스캐너를 변경하는 것을 방지할 수 있게 한다.
- [0012] [0018] 도 2는 도 1의 방법의 다른 실시예를 도시한다. 분할은, 환자에 관련하여 안정된 시야를 위해 반복될 수 있다. 시야가 상당히 변화할 때, 시야에서 오브젝트를 식별하고, 적절한 분할을 선택하기 위해, 하나 이상의 분류기들이 적용된다. 오브젝트의 식별 및/또는 분할에 의존하는 작업흐름의 동작들은, 사용자 제어 없이, 식별 및/또는 분할에 대한 응답으로 수행된다.
- [0013] [0019] 방법은 도 6의 시스템 또는 상이한 시스템에 의해 실시된다. 예컨대, 초음파 이미징 시스템은 빔형성기(beamformer)들 및 변환기를 사용하여 초음파 이미지들을 생성한다. 초음파 이미징 시스템의 이미지 프로세서는, 오브젝트를 식별하고 그리고/또는 분할하기 위해 컴퓨터-지원 검출을 적용하며, 그리고 식별 및/또는 분할에 대한 응답으로, 검사 작업흐름에서의 동작들을 실시한다. 데이터를 획득하고, 동작들 중 하나 이상을 수행하며, 그리고/또는 데이터를 출력하기 위해, 빔형성기들, 메모리(memory), 검출기들, 및/또는 다른 디바이스(device)들이 사용될 수 있다. 이미지 프로세서는 도 1 및/또는 도 2의 방법들을 수행하도록 디바이스들을 제어할 수 있다.
- [0014] [0020] 추가적인, 상이한, 또는 더 적은 수의 동작들이 제공될 수 있다. 예컨대, 동작 40에서 이미지를 생성하지 않고 방법이 수행된다. 다른 예로서, 동작 30에서 컴퓨터-지원 검출은 특정 동작들 32-36 없이 수행된다. 또 다른 예에서, 동작 28이 제공되지 않으며, 이를테면, 여기서, 분류 및/또는 분할은 시야의 임의의 변화에 관계없이 수행된다. 다른 예들에서, 동작들 34 및 36 없이 동작 32가 제공되거나, 또는 그 반대로도 가능하다.

- [0015] [0021] 동작들은 설명되거나 또는 도시된 순서로(예컨대, 위에서 아래로, 또는 수치 순으로) 수행되지만, 다른 순서들로 수행될 수 있다. 예컨대, 동작 32의 분류에 의한 식별 전에, 동작 36의 분할이 수행된다. 다른 예로서, 동작 32 후에, 동작 28의 변화에 대한 모니터링(monitored)이 수행될 수 있다.
- [0016] [0022] 동작 26에서, 초음파 스캐너는 초음파 변환기를 이용하여 환자의 내부 영역을 스캔한다. 초음파 스캐너는 환자의 초음파 이미지들을 생성한다. 이미지들은, 환자를 스캔함으로써 생성된다.
- [0017] [0023] B-모드(mode), 흐름 또는 색 모드(예컨대, 도플러(Doppler) 속도 또는 전력), 조영제, 고조파, 펄스파(pulsed wave) 도플러(즉, 스펙트럼(spectral) 도플러), M-모드, 도플러 조직(즉, 조직 모션), 또는 환자와의 음향 상호작용을 표현하는 다른 초음파 이미징 모드와 같이 임의의 유형의 초음파 스캔 및 대응하는 이미지들이 생성될 수 있다. 상이한 모드들은 상이한 유형들의 정보, 이를테면 음향 리턴(return)의 세기(예컨대, B-모드 및 M-모드) 또는 속도(예컨대, 흐름 모드 또는 도플러 조직)를 검출한다.
- [0018] [0024] 스캔(scan)은 시야를 샘플링(sample)한다. 전자 스티어링(steering), 환자에 관련된 변환기의 포지션(position), 및/또는 변환기의 구조가, 스캔되는 시야를 정의한다. 시야는 환자 내부의 지점, 라인(line), 면적(area), 또는 체적(volume)이다. 시야의 깊이(즉, 시야에 대한 변환기로부터의 거리)는 빔형성기에 의해 설정된다(set).
- [0019] [0025] 임의의 해부학적 구조, 삽입된 오브젝트들, 또는 이상들이 시야에 있을 수 있다. 예컨대, 소노그래퍼는 특정 장기(organ)(예컨대, 신장 또는 심장)에 대한 초음파 검사를 수행하고 있다. 다른 오브젝트들은 삽입된 디바이스들(예컨대, 카테터(catheter)들 또는 스텐트(stent)들)를 포함한다. 이상들은 장기 또는 환자에 대해 통상적이지 않은 조직 또는 흐름 패턴(pattern)들, 이를테면 병소(lesion), 낭포(cyst), 또는 역류성 흐름이다.
- [0020] [0026] 검사 기간에 걸쳐, 이를테면 5분 내지 20분의 검사에 걸쳐 환자를 계속해서 이미징하기 위해 스캔이 반복된다. 조사(survey) 모드에서 관심 오브젝트를 위치결정하기 위해, 변환기 및 대응하는 시야가 이동된다. 일단 장기가 위치결정되면, 스캔이 계속된다. 스캔의 유형은, 영역에서 무엇이 발견되는지에 따라, 또는 상이한 시간들에 상이한 오브젝트들을 검사하는 것에 기인하여, 변화할 수 있다. 검사를 위한 작업흐름은, 다른 동작들, 이를테면 측정들을 수행하기 위해 상이한 유형들의 스캔 또는 동일한 스캔을 요구할 수 있다. 반복은 계속되는데, 이를테면, 초당 5회, 10회, 20회 또는 그 초과 횟수로 시야가 스캔된다. 단일 방문 또는 예약 동안의 환자의 진행중인 초음파 검사 동안의 스캔 시의 일시정지(pause)들은, 소노그래퍼가 작업흐름에서의 동작을 수행하는 동안 일어날 수 있다.
- [0021] [0027] 진행중인 초음파 검사 동안, 작업흐름은 다양한 단계들을 포함할 수 있다. 결정들을 분지(branching)하거나 또는 분지하지 않는, 단계들의 시퀀스 또는 결정 트리(tree)가 초음파 검사를 안내한다. 각각의 동작은 통상적으로, 소노그래퍼에 의해 실시된다. 소노그래퍼는, 분할을 위해 경계를 수동 추적하고, ROI 배치를 위해, 디스플레이된(displayed) 이미지 상에 박스(box)를 포지셔닝(positioning)하고, 이미지에 주석을 달고, 측정을 선택하고, 측정 위치들을 표시하고, 측정을 개시하고, 이미지 저장을 개시하고, 환자 의료 기록(record)을 선택하며, 그리고/또는 이미지를 명명하는 것과 같은 단계가 발생하게 하도록, 초음파 스캐너를 제어한다. 이미지를 분할하는 것과 같은 임의의 주어진 단계가 자동화될 수 있다. 이 자동화는 작업흐름을 가속화할 수 있다. 현재 단계의 자동 실시에 기반하여, 작업흐름에서의 다음 차례의 단계의 적어도 일부를 트리거링(triggering) 및 실시함으로써, 추가적인 자동화가 제공된다. 작업흐름에서의 하나 이상의 다른 단계들을 적어도 부분적으로 트리거링 및 실시하기 위해, 분할 및/또는 분류가 사용된다.
- [0022] [0028] 작업흐름은 소노그래퍼, 병원 또는 의료 행위의 가이드라인(guideline), 전문가 조직의 가이드라인, 또는 주어진 유형의 초음파 검사를 위해 수행될 동작들의 다른 어레이지먼트(arrangement)에 고유할 수 있다. 임의의 수준의 세부사항이 작업흐름에 제공될 수 있다. 작업흐름 시퀀스는, 초기에, 규정된 검사를 위한 적절한 변환기를 선택하는 것으로 시작하는 것과 같은 검사의 시작으로부터, 결과들을 저장하거나 또는 송신하는 것과 같은 검사의 끝까지, 수행될 동작들을 다룬다.
- [0023] [0029] 도 3은 복부 초음파 검사를 위한 예시적인 기본 작업흐름을 도시한다. 단계(50)에서, 관심 해부학적 구조(예컨대, 신장, 방광, 또는 간)를 위치결정하기 위해 초기 스캔이 수행된다. 단계(52)에서, 해부학적 구조를 위치결정하자마자, 대표 이미지가 저장된다. 그런 다음, 단계(54)에서, 해부학적 구조는 측정된다. 측정은, 관심 영역(ROI; region of interest)을 배치하고 상이한 유형의 초음파 스캔(예컨대, 색 흐름)을 이용하여 측정하거나, 또는 크기(예컨대, 길이, 면적, 또는 체적)를 측정하기 위한 캘리퍼들을 배치하는 것을 포함할 수 있다. 단계(56)에서, 측정은 저장된다. 다른 작업흐름들은 수행될 다른 동작들 또는 더 많은 상세한 단계들을

포함한다. 예시적인 작업흐름 단계들은, 이미지를 저장하고, 이미지들을 검토하고, 측정하고, 환자 기록을 업데이트(update)하고, 이미지에 주석을 달고, 스캔 매개변수들(예컨대, 송신 주파수, 수신 주파수, 시야 깊이, 및/또는 스캔의 유형)을 변화시키고, 스캔 프리세트(preset)들 또는 적용(application)을 변화시키고(예컨대, 간 스캔으로부터 병소 스캔으로 전환하고), 도플러 게이트(gate)를 배치하고, 병변을 국소화하고, 이미지에 주석을 달며, 그리고/또는 결과들을 송신하도록, 초음파 스캐너를 구성하는 것을 포함한다. 이들 다양한 단계들은 진단, 예후, 및/또는 치료를 위해 사용될 정보를 제공하거나 또는 제공하는 것으로 이어지지만, 다양한 단계들은 소노그래퍼가 실시하는 데 시간이 걸린다. 알려진 단계들을 단지 자동화하는 것이 아니라, 분류 및/또는 분할에 기반하여, 실시간 자동 실시가 수행된다.

[0024] [0030] 평면 또는 체적의 각각의 스캔은 스캔 데이터의 프레임(frame)을 제공한다. 각각의 프레임으로부터 이미지가 생성될 수 있다. 스캔 데이터는 이미징 데이터이다. 이미지는, 이미징을 위해 사용될 수 있는 스캔 데이터, 디스플레이를 위해 포맷팅된(formatted) 데이터, 및/또는 디스플레이된 이미지일 수 있다. 지속성 또는 다른 조합을 이용하여, 다수의 프레임들로부터 이미지들이 생성될 수 있다. 하나의 검사에서(예컨대, 소노그래퍼에 대한 환자의 주어진 방문 동안) 환자를 검사하기 위해 수십, 수백, 또는 수천 개의 프레임들 및/또는 이미지들이 생성된다.

[0025] [0031] 동작 30이 수행되는 동안, 동작 26의 스캔이 계속되거나 또는 반복된다. 예컨대, 스캔은 동작 32의 식별, 동작 34의 선택, 동작 36의 분할, 및 동작 38의 실시와 함께 계속된다. 라이브 스캔 동안, 오브젝트 검출이 실시간으로 수행된다. 작업흐름을 지원하기 위해, 검출은 연속적인 스캔과 함께 실시간으로 일어난다. 동작 26의 스캔과 함께 실시간으로 이루어지는 동작 30의 검출은, 라이브 스캔 동안 또는 환자의 주어진 초음파 검사 동안 작업흐름 향상을 위한 해결책들을 제공한다.

[0026] [0032] 동작 28에서, 초음파 스캐너는 스캔의 시야의 변화에 대해 모니터링(monitor)한다. 변환기 및/또는 환자 움직임에 기인하여, 변환기의 시야는 환자의 하나의 영역으로부터 다른 영역으로 시프팅(shift)할 수 있다. 모션은, 환자를 조사하기 위해서와 같이 의도적이거나, 또는 소노그래퍼 긴장 또는 환자 시프팅(shifting)에 기인하는 것과 같이 비의도적이다.

[0027] [0033] 일단 영역 또는 오브젝트가 발견되면, 변환기는, 더욱 상세한 검사를 위해 영역 또는 오브젝트를 계속해서 스캔하고, 그리고/또는 작업흐름의 단계들을 수행하기 위해, 환자와 관련하여 적소에(in position) 유지될 수 있다. 시야가 영역 또는 오브젝트에 유지되는 동안, 일부 동작들은 반복될 필요가 없을 수 있다. 예컨대, 동작 32로부터의 오브젝트의 식별은 반복되지 않는다. 일부 검사 후에, 시야는 시프팅될(shifted) 수 있다. 상이한 오브젝트가 시야에 있을 수 있기 때문에, 시프트(shift)는 동작 32의 식별을 반복할 필요가 있는 것으로 이어질 수 있다. 예컨대, 도 2는 시야의 변화의 양에 따른 방법의 분지를 도시하며, 여기서, 큰 변화의 경우에는 동작 32가 수행되고, 작은 변화 또는 무 변화의 경우에는 동작들 32 및 34가 생략된다. 동작 28에서 변화의 양이 검출된다. 더 큰 변화(예컨대, 시야의 변화)와 더 작은 변화들(예컨대, 생리적인 또는 우발적인 소노그래퍼 또는 환자 모션에 기인하는 변화) 사이를 구분하기 위해, 이 양은 임계치와 비교된다. 방법을 개시하기 위해, 오브젝트를 발견하기 위한 환자의 조사를 완료한 후에, 또는 오브젝트를 발견할 때 성공을 표시하기 위한 조사 동안, 동작 32가 수행된다.

[0028] [0034] 시야의 변화의 수준에 대한 임의의 모니터링(monitoring)이 사용될 수 있다. 예컨대, 스캔 데이터의 가장 최근에 획득된, 시간상 인접한 프레임들 사이의 상관(예컨대, 교차-상관, 또는 절대차들의 최소 합)이 수행된다. 다른 예로서, 스캔 데이터의 템플레이트(template) 또는 기준 프레임과, 스캔 데이터의 가장 최근에 획득된 프레임 사이에서 상관이 이루어진다. 자기 또는 다른 포지션 센서(sensor)를 이용하여 변환기 모션을 추적하는 것과 같이, 변화의 수준의 다른 측정치(measure)들이 사용될 수 있다.

[0029] [0035] 변화의 수준 또는 변화의 양은 임계치와 비교된다. 변화의 수준이 임계치 미만일 때, 작은 변화가 일어난다. 변화의 수준이 임계치를 초과할 때, 큰 변화가 일어난다. 임계치 수준에서의 변화의 경우, 변화는 큰 것으로서 또는 작은 것으로서 취급될 수 있다. 초음파 스캐너는 이 임계치를 사용하여, 변화의 수준을 식별한다. 안정된 시야에 대해 기간(예컨대, 10초)에 걸쳐 큰 변화 및 그 뒤에 작은 변화를 식별하는 것과 같이 변화의 패턴(pattern)이 사용될 수 있다. 이 패턴은, 새로운 관심 영역을 검사할 때 이 새로운 영역으로의 시야의 시프트를 표시한다. 패턴은 하나 이상의 임계치들로부터 식별된다.

[0030] [0036] 변화의 패턴 및/또는 임계치는 실시간 이미지 움직임 검출을 동작 30의 검출과 링크(link)시킨다. 예컨대, 동작 32의 식별, 동작 34의 선택, 및 동작 36의 분할은, 변화의 수준이 임계치를 초과하는 것(즉, 후속하는 안정된 포지셔닝이 있거나 또는 없거나 간에, 시야의 변화)에 대한 응답으로 수행되고, 동작 32의 식별 및 동작

34의 선택이 반복되지 않는 동작 36의 분할은, 변화의 수준이 임계치 미만인 것에 대한 응답으로 수행된다(즉, 이전 시야 그리고 대응하는 이전에 식별된 오브젝트 또는 오브젝트들의 스캔이 계속됨).

- [0031] [0037] 동작 30에서, 초음파 스캐너는 스캔으로부터 오브젝트를 검출한다. 검출은 오브젝트의 분류(예컨대, 식별) 및/또는 위치결정(예컨대, 분할)이다. 일 실시예에서, 분류 및 위치 검출 둘 모두는 임의의 순서로 수행된다.
- [0032] [0038] 결정된 변화 또는 변화의 패턴에 대한 응답으로, 검출이 수행된다. 대안적으로, 검출은 주기적으로, 연속적으로, 또는 다른 트리거(trigger)에 대한 응답으로 수행된다. 동작 28의 모니터링(monitors)은 수행되거나 또는 수행되지 않는다.
- [0033] [0039] 초음파 스캐너 또는 이미지 프로세서는 스캔에 의해 획득된 시퀀스의 프레임들 또는 이미지들 각각에, 하나에, 서브세트(subset)에, 또는 전부에 컴퓨터-지원 검출을 적용한다. 임의의 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 컴퓨터-지원 검출이 적용될 수 있다. 예컨대, 장기, 해부학적 랜드마크(landmark), 삽입된 디바이스, 및/또는 이상(예컨대, 종양 또는 낭포)을 표시하는 패턴이 프레임 또는 이미지에 위치되는지 여부를 결정하기 위해, 패턴 매칭(matching)이 사용된다. 다른 예로서, 임계값(thresholding), 랜덤-워커(random-walker), 또는 다른 이미지 프로세싱(processing)이 적용된다.
- [0034] [0040] 더욱 신속한 검출을 위해, 기계-학습 검출기 또는 기계-학습망이 적용될 수 있다. 일 실시예에서, 기계-학습 검출기는 심층 학습 신경망이다. 임의의 기계 학습 또는 트레이닝(training)이 사용될 수 있다. 확률 부스팅(boosting) 트리, 서포트 벡터 머신(support vector machine), 신경망, 스파스 자동-인코딩(sparse auto-encoding) 분류기, 베이저안 네트워크(Bayesian network), 또는 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 기계 학습이 사용될 수 있다. 임의의 준-지도, 지도, 또는 비지도 학습이 사용될 수 있다. 계층적인 또는 다른 접근법들이 사용될 수 있다.
- [0035] [0041] 기계-학습망의 기계 트레이닝 및 적용을 위해, 스캔 데이터의 샘플(sample)들로부터 임의의 수의 특징(feature)들에 대한 값들이 추출된다. 스캔 데이터에서 표현된 조직들의 텍스처(texture)들에 대한 값들이 추출된다. 조직의 텍스처는 스캔 데이터의 측정치들에 의해 표현된다.
- [0036] [0042] 각각의 특징은 데이터를 이용한 컨볼루션(convolution)을 위한 커널(kernel)을 정의한다. 컨볼루션의 결과들이 특징의 값이다. 상이한 위치들에 커널을 배치함으로써, 상이한 위치들에서의 그 특징에 대한 값들이 제공된다. 하나의 특징이 주어지면, 상이한 위치들에서의 그 특징의 값들이 계산된다. 최대치 또는 최소치를 식별하는 것과 같이, 컨볼루션 외의 다른 텍스처 정보에 대한 특징들이 사용될 수 있다. 텍스처 정보 외의 다른 특징들이 사용될 수 있다.
- [0037] [0043] 일 실시예에서, 특징들은 수동으로 설계된다. 사용될 특징 또는 특징들은, 프로그래머(programmer)의 경험 또는 테스트(testing)에 기반하여 미리-결정된다. 예시적인 특징들은 크기조정된 불변 특징 변환, 지향성 그래디언트들의 히스토그램(histogram of oriented gradients), 로컬 바이너리 패턴(local binary pattern), 회색도 동시-발생 행렬(gray-level co-occurrence matrix), 하르 웨이블릿들(Haar wavelets), 스티어링가능(steerable), 또는 이들의 결합들을 포함한다. 특징 추출은, 하나 이상의 장기들 또는 영역들을 구분하는 정보를 더욱 잘 포착하기 위해 초음파 이미지로부터 특징들을 컴퓨팅(compute)한다.
- [0038] [0044] 다른 실시예에서, 심층-학습 특징들이 사용된다. 기계 학습으로부터 학습된 특징들에 대한 값들이 스캔 데이터로부터 추출된다. 수동으로 지정된 특징들로부터 검출기를 단지 트레이닝(training)하는 것이 아니라, 심층 기계 학습은, 트레이닝 데이터에서 표현된 특징들을 학습하는 것은 물론 검출기도 트레이닝한다. 관련 특징들은 트레이닝의 일부로서 자동적으로 결정된다. 이 능력은 특징들, 이를테면 텍스처들을 내부적으로 결정할 수 있는 임의적인 데이터(즉, 알려진 결과들을 갖는 트레이닝 데이터)에 대한 포괄적인 트레이닝을 허용한다. 라벨링된(labeled) 결과들(즉, 검출을 위한 실측 자료(ground truth)(예컨대, 오브젝트의 아이덴티티(identity) 또는 위치))를 이용하여 망을 트레이닝(training)함으로써, 망은, 어떤 특징들이 관련 있는지 또는 검출을 위해 무시될 수 있는지를 학습한다.
- [0039] [0045] 임의의 심층 학습 접근법 또는 아키텍처(architecture)가 사용될 수 있다. 예컨대, 컨볼루션 신경망이 사용된다. 망은 컨볼루션, 서브-샘플링(sub-sampling)(예컨대, 최대 풀링(max pooling)), 완전 연결 계층들(fully connected layers), 및/또는 다른 유형들의 계층들을 포함할 수 있다. 컨볼루션을 사용함으로써, 테스트될(tested) 가능한 특징들의 수가 제한된다. 완전 연결 계층들은, 최대 풀링(maximum pooling) 후에 컨볼루션 계층에 의해 제한된 특징들을 완전히 연결하도록 동작한다. 완전 연결 계층들에 다른 특징들, 이를테면 비-

이미징(non-imaging) 또는 임상 정보가 추가될 수 있다. 계층들의 임의의 결합이 제공될 수 있다.

- [0040] [0046] 심층 학습이 있거나 또는 없거나 간에, 기계-학습망은 하나 이상의 특징들의 추출된 값들과 분류별 라벨(label)들을 연관시키도록(아이덴티티 및/또는 분할을 출력하도록) 트레이닝된다(trained). 기계-학습은, 입력 특징 벡터에 기반하여 검출하도록 학습하기 위해, 실측 자료, 이를테면, 알려진 오브젝트들 및/또는 분할들을 이용하여 환자들에 대한 데이터의 프레임들로부터 추출된 특징들에 대한 값들과 함께, 트레이닝 데이터를 사용한다. 결과적인 기계-학습망은 입력들, 가중화, 및 검출을 출력하기 위한 결합에 대한 행렬이다. 행렬 또는 행렬들을 사용하여, 이미지 프로세서는 특징들에 대한 추출된 값들을 입력하고, 검출을 출력한다.
- [0041] [0047] 검출하기 위해 스캔 데이터 외의 추가적인 정보가 사용될 수 있다. 예컨대, 환자에 대한 임상 측정들의 값들이 사용된다. 검출기는, 스캔 데이터에서 특징들에 대해 추출된 값들 뿐만 아니라 추가적인 측정들에 기반하여 검출하도록 트레이닝된다. 유전 데이터, 혈액-기반 진단법, 가족력, 성별, 무게, 및/또는 다른 정보가 특징으로서 입력된다.
- [0042] [0048] 컴퓨터-지원 검출이 기계 학습에 기반하는 경우, 자체-학습 또는 피드백(feedback) 학습이 사용될 수 있다. 일단 의사가 검출된 오브젝트들을 검토하고, 검출이 정확한지 여부를 표시하면, 이 표시 및 샘플은 트레이닝 데이터로서 추후 사용될 수 있다. 이 정보는, 추가적인 실측 자료와 함께, 검출기를 재-학습시키거나 또는 업데이트하기 위한 추가적인 트레이닝 데이터로서 사용될 수 있다.
- [0043] [0049] 상이한 컴퓨터-지원 검출기들이 상이한 유형들의 오브젝트들 및/또는 상이한 상황들에서의 오브젝트들을 검출할 수 있다. 각각의 프레임에 다수의 검출기들이 적용될 수 있다. 일 실시예에서, 적용될 검출기들은 검사의 유형에 기반하여 선택된다. 예컨대, 사용자는 유방 검사를 위해 초음파 스캐너를 구성한다. 유방에서 의심스러운 오브젝트들(예컨대, 종양들 및/또는 낭포들)을 검출하고, 특정 유방 해부학적 구조 또는 랜드마크들을 검출하며, 그리고/또는 유방을 검출하기 위한 검출기 또는 검출기들이 선택 및 적용된다. 다른 예로서, 사용자는 암을 검출하기 위한 유방 검사를 위해 초음파 스캐너를 구성한다. 유방에서 암 오브젝트들을 검출하기 위한 검출기 또는 검출기들이 선택된다. 선택은 프로세서에 의해 자동적이거나, 또는 사용자가 검출기들을 선택한다. 다른 실시예에서, 환자의 임의의 영역을 스캔하기 위해 검출이 일어나도록, 검출기는 상이한 해부학적 구조를 검출한다. 상이한 오브젝트들을 검출하기 위해 하나의 검출기 및/또는 바이너리 검출기들의 계층제(hierarchy)가 적용된다.
- [0044] [0050] 검출기는 하나 이상의 오브젝트들을 분류(예컨대, 식별) 및/또는 분할한다. 예컨대, 기계-학습 분류기 또는 분류기들은 스캔 데이터에서 표현된 하나 이상의 오브젝트들을 식별한다. 분류기는 특징들의 추출된 값들로부터 환자의 장기 또는 영역을 분류한다. 이 값들은, 이미지 프로세서에 의해 실시되는 기계-학습 분류기에 입력된다. 분류기를 적용함으로써, 스캔 데이터에서 표현된 장기 또는 다른 오브젝트들이 분류된다. 다른 예로서, 기계-학습 분할기 또는 분할기들은 스캔 데이터에서 표현된 하나 이상의 오브젝트들을 위치결정한다. 분할기는 특징들의 추출된 값들로부터, 장기에 속하는 모든 조직, 경계, 및/또는 중심과 같은 위치를 결정한다. 이 값들은, 이미지 프로세서에 의해 실시되는 기계-학습 분할기에 입력된다. 분류 및 분할을 위해, 상이한 기계-학습 검출기들 또는 기계-학습망들이 제공된다. 대안적으로, 하나의 검출기가, 분류할 뿐만 아니라 분할하기 위해서도 트레이닝된다.
- [0045] [0051] 프레임들 또는 이미지들의 획득 동안(즉, 스캔 및/또는 초음파 검사 동안), 컴퓨터-지원 검출이 적용된다. 적용은 실시간으로 이루어진다. 프레임을 프로세싱(process)하는 기간은 제한된 수의 새로운 프레임들, 이를테면 단 1개, 2개, 5개, 또는 10개의 프레임들을 획득하는 기간과 동일하거나 또는 그 미만이다. 스캔을 생성하는 것에 대한 실시간 적용은 이 적용이 1초 또는 2초 내에 일어날 수 있게 한다. 기계-학습 검출기들은 템플레이트 매칭 또는 다른 검출보다 더욱 신속하게 동작할 수 있다.
- [0046] [0052] 동작들 32, 34, 및 36은 동작 30의 하나의 예시적인 검출을 보여준다. 도 2는 이들 3개의 예시적인 검출 동작들을 위한 추가적인 프로세스(process) 흐름을 도시한다. 동작 32에서, 기계-학습 또는 다른 컴퓨터-지원 분류기를 이용하여 오브젝트가 식별되고, 그런 다음, 동작 34에서, 식별에 기반하여, 기계-학습 분할기가 선택되며, 그리고 그런 다음, 선택된 기계-학습 또는 다른 컴퓨터-지원 분할기를 이용하여, 식별된 오브젝트가 분할된다. 다른 실시예들에서, 동작 32만이 수행되거나, 동작 36만이 수행되거나, 또는 동작 34 없이 동작들 32 및 36이 수행된다.
- [0047] [0053] 동작 32에서, 초음파 스캐너 또는 이미지 프로세서는 환자의 내부 영역에서 하나 이상의 오브젝트들을 식별한다. 기계-학습 분류기를 스캔 데이터에 적용(즉, 스캔 데이터로부터 도출된 특징 벡터에 대한 값들을 입

력)함으로써, 오브젝트 또는 오브젝트들이 식별된다. 일 실시예에서, 식별하기 위해, 이미지넷(ImageNet)에 기반하는 분류기가 사용된다.

[0048] [0054] 임의의 수의 프레임들 또는 이미지들에서 하나 이상의 오브젝트들이 식별된다. 컴퓨터-보조 특성화 스캔과 함께 실시간으로 실행되는 경우, 스캔 동안 오브젝트 또는 오브젝트들이 식별된다. 기계-학습 분류기는 영역 내의 다수의 오브젝트들에 대해 분류하도록 트레이닝될 수 있다. 대안적으로, 기계-학습 분류기는 하나의 특정 오브젝트를 식별하도록 트레이닝될 수 있다. 다수의 오브젝트들을 식별하기 위해 하나보다 많은 기계-학습 분류기가 적용될 수 있다. 기계-학습 분류기 또는 분류기들은, 간 스캔을 수행하는 것에 기반하여 오브젝트가 간인지 또는 아닌지에 대해 분류기를 적용하는 것과 같이 스캔하기 위해 사용되는 이미징 적용 또는 프리세트들에 기반하여 선정된다.

[0049] [0055] 식별은 오브젝트에 대한 것이다. 오브젝트를 식별하는 라벨이 결정된다. 예컨대, 장기 또는 해부학적 랜드마크의 유형(예컨대, 신장 또는 목동맥, 또는 좌심실의 끝)이 결정된다. 다른 예로서, 카테터가 카테터로서 식별된다. 또 다른 예에서, 이상이 식별된다. 이상은 이상으로서, 또는 더욱 구체적으로(예컨대, 낭포, 종양, 또는 암) 식별될 수 있다.

[0050] [0056] 동작 34에서, 초음파 스캐너 또는 이미지 프로세서는 기계-학습 분할기를 선택한다. 기계-학습 분할기는, 특정 유형의 오브젝트 또는 특정 오브젝트, 이를테면 신장의 분할기로 트레이닝된다. 대안적으로, 분할기는 하나보다 많은 유형의 오브젝트를 분할하도록 트레이닝된다.

[0051] [0057] 선택은 오브젝트의 식별에 기반한다. 분류기는, 시야가 하나 이상의 특정 오브젝트들을 포함한다고 결정한다. 오브젝트 또는 오브젝트들을 분할하기 위한 대응하는 분할기 또는 분할기들이 선택된다. 예컨대, 카테터, 장기, 또는 해부학적 랜드마크의 기계-학습 분할기가 선택된다.

[0052] [0058] 선택은 진행중인 초음파 검사 동안 일어난다. 분류는 환자가 스캔되고 있는 동안 수행된다. 유사하게, 선택은, 분류 후 몇 분의 1초 내에 그리고 환자가 스캔되고 있는 동안 일어난다. 다른 오브젝트들에 대해 다른 분류가 수행되는 동안 몇 초 내에서도 같이, 덜 신속한 선택이 일어날 수 있다.

[0053] [0059] 기계-학습 분할기의 선택은 행렬 또는 행렬들의 선택이다. 각각의 분할기는 상이한 망 아키텍처를 사용할 수 있다. 상이한 오브젝트들에 대해 트레이닝되는 분할기들의 뱅크(bank)가 이용가능하고, 분류에 기반하여 하나의 또는 일 서브-세트(sub-set)가 선택된다. 대안적으로, 상이한 분할기들 및/또는 분류기들에 대해 동일한 또는 유사한 아키텍처가 사용된다. 상이한 분할기들 및/또는 분류기들은 상이한 가중치들을 갖는다. 선택은 망의 노드(node)들에 대한 가중치들에 대한 것이다. 일 실시예에서, 하나의 망은 심장을 분할하기 위해 제대로 트레이닝되고, 다른 망은 복부 내의 하나 이상의 장기들(즉, 간, 비장, 신장)을 분할하기 위해 제대로 트레이닝된다. 망 또는 트레이닝된 망에 어느 가중치들을 배치할지를 선택함으로써, 분할을 위한 적절한 망이 적용된다.

[0054] [0060] 동작 36에서, 초음파 스캐너 또는 이미지 프로세서는 스캔 데이터에서 오브젝트를 분할한다. 선택된 기계-학습 분할기가 적용된다. 일 실시예에서, 세그넷(SegNet)에 기반하는 기계-학습 분할기가 사용된다. 특징들에 대한 값들이 추출되어 기계-학습 분할기에 입력된다. 심층 학습이 사용되는 경우, 분할기는 특징들에 대한 값들을 추출한다.

[0055] [0061] 분할기는 진행중인 초음파 검사 동안 적용된다. 분할기의 선택으로부터 몇 초 또는 몇 분의 1초 내에, 분할기가 적용되고, 이 분할기는 위치 정보를 출력한다. 스캔 데이터의 다음 차례의 프레임을 획득하는 동안, 또는 10개 또는 20개의 프레임들을 획득하는 시간 내에, 분할기가 적용된다. 더 많거나 또는 더 적은 수의 신속한 적용이 제공될 수 있다.

[0056] [0062] 분할기는 계속해서 적용될 수 있다. 스캔을 반복함으로써 데이터의 각각의 다음 차례의 프레임이 획득됨에 따라, 분할기가 적용된다. 각각의 프레임에 대한 위치 정보가 제공된다. 이는, 시야에서 큰 변화 또는 변화의 패턴이 존재할 때까지 계속된다. 일단 시야가 안정화되면, 스캔 데이터의 각각의 프레임에 동일한 또는 상이한 분할기가 적용된다. 대안적인 실시예들에서, 진행중인 검사에서 획득되는 프레임들 중 하나 걸러 하나의 또는 다른 서브세트(subset)에 분할기가 적용된다.

[0057] [0063] 기계-학습 분할기는 오브젝트의 위치를 표시한다. 분류기는 시야에서 오브젝트를 식별하고, 분할기는 시야에서 오브젝트의 위치를 결정한다. 위치는 경계, 바이너리 마스크(mask)(즉, 오브젝트에 속하는 모든 각각의 픽셀(pixel), 복셀(voxel), 또는 샘플 지점), 중심, 공간 범위(예컨대, 근사치(approximate) 또는 모델(model) 형상에 들어맞음(fit)), 또는 공간 포지션(position), 배향, 및/또는 스케일(scale)의 다른 표현이다.

기계-학습 분할기는, 특징 벡터에 대한 입력 값들, 이를테면, 프레임 또는 프레임들에 대해 스캔 데이터로부터 추출된 값들에 기반하여, 오브젝트의 위치를 결정한다.

[0058] [0064] 동작 38에서, 초음파 스캐너 또는 이미지 프로세서는, 오브젝트의 분할 및/또는 분류에 기반하여, 작업 흐름에서의 다음 차례의 동작을 실시한다. 검출, 분류, 및/또는 분할과, 실시 사이에 사용자 입력 없이, 실시가 이루어진다. 변경의 사용자 제어 없이, 작업흐름의 시퀀스를 따라 증가하도록 초음파 스캐너의 동작이 변경된다. 사용자 또는 이미지 프로세서는 작업흐름을 선택하는데, 이를테면 분류에 기반하여 선택할 수 있다. 작업흐름의 단계들 중 적어도 하나에 대한 증가 동안, 초음파 스캐너는 단계의 일부 또는 전부를, 그 일부를 수행하기 위한 활성화 또는 다른 정보의 사용자 엔트리(entry) 없이 수행한다. 예컨대, 사용자가 ROI 또는 측정 지시기를 배치할 필요 없이, 그리고/또는 사용자가 ROI 스캔 또는 측정을 활성화할 필요 없이, ROI 또는 측정 지시기가 이미지 상에 배치되고, 분할 후에 ROI 스캔 또는 측정이 수행된다. 일단 해부학적 구조가 성공적으로 식별되고 그리고/또는 분할되었다면, 초음파 스캐너와의 적어도 하나의 사용자 상호작용을 방지함으로써, 사용자를 위해서 이미징 작업흐름을 개선시키기 위해, 아이덴티티 또는 위치 정보가 활용된다. 이는 사용자가 스캔, 스캔의 결과들의 시각적 해석, 및 검사를 모니터링하는 것에 계속해서 포커싱(focus)할 수 있게 한다.

[0059] [0065] 작업흐름의 임의의 수의 단계들이 아이덴티티 및/또는 위치 정보에 의해 트리거링되고(triggered) 그리고/또는 이러한 아이덴티티 및/또는 위치 정보를 사용할 수 있다. 사용자 입력 없이, 트리거링되고 그리고/또는 수행되기에 충분한 정보를 갖는 임의의 주어진 단계가 일어난다. 작업흐름의 다음 차례의 동작 또는 동작들이 진행중인 초음파 검사 동안 실시된다. 진행중인 초음파 검사의 액션(action)들의 시퀀스에서 취해질 액션이 자동적으로 실시된다.

[0060] [0066] 작업흐름에서의 단계 또는 액션을 실시하기 위한, 초음파 스캐너의 동작의 변경은, 오브젝트의 식별 및/또는 위치에 기반한다. 다음 차례의 동작은 오브젝트에 더욱 포커싱된(focused) 스캔일 수 있으며, 따라서 식별 및 위치 둘 모두를 사용한다. 초음파 스캐너는 오브젝트를 스캔하도록 구성된다. 예컨대, 식별 및 위치(예컨대, 심장의 역류성 흐름 영역 내의 포지션)에 기반하여, 도플러 게이트가 포지셔닝된다(positioned). 게이트는 이미징의 도플러 또는 스펙트럼 모드(mode)로의 엔트리 시 혈관(vessel) 내에 자동적으로 포지셔닝되며, 그리고/또는 사용자가 포지셔닝하고 그리고/또는 개시할 필요 없이, 게이트는 포지셔닝되고 이미징의 도플러 또는 스펙트럼 모드가 개시된다. 다른 예로서, 이미징 또는 스캔 프리세트들이 변경된다. 사용자는 초기에, 간 이미징을 선택하는 것과 같이 스캔하도록 초음파 스캐너를 구성하는 프리세트를 선택했을 수 있다. 특정 형상, 및/또는 다른 장기들에 관련된 포지션을 갖는 간을 이미징하기 위한 프리세트들을 선택하는 것과 같이, 식별된 오브젝트 및/또는 위치에 적절한, 프리세트들의 더욱 구체화된 세트를 선택하기 위해, 식별 및/또는 위치가 사용될 수 있다. 다른 예로서, 사용자는 심장계 이미징을 위한 프리세트를 선택했을 수 있고, 그런 다음, 이미지 프로세서는 식별된 특정 동맥, 심실, 및/또는 판막을 이미징하기 위한 것이 되도록 프리세트들을 변경한다. 또 다른 예에서, 위치 정보는 혈관 또는 유체 영역의 배향을 표시한다. 흐름 이미징을 위한 스캔 구성은, 빔(beam)들이 흐름 방향을 더 많이 따르게 스티어링(steer)하도록, 그리고/또는 변환기로부터 흐름 방향까지 스캔 라인들의 각도를 고려하기 위한 속도 정정을 포함하도록 변경된다. 식별 및/또는 위치 결정 그리고 작업흐름의 자동화된 증가에 기인하여, 스캔 동안 사용자가 이들 동작들을 수행해야 하는 것이 방지될 수 있다.

[0061] [0067] 다음 차례의 동작은 스캔 데이터의 이미지 또는 프레임을 저장하는 것일 수 있다. 예컨대, 관심 오브젝트의 대표 이미지의 저장을 트리거링하기 위해 식별이 사용된다. 다른 예로서, 분할, 식별, 및/또는 측정 정보를 이용하여 주석이 달린 오브젝트의 이미지의 저장을 트리거링하기 위해, 식별 후에 오브젝트를 위치결정하는 것이 사용될 수 있다. 환자의 의료 기록에 이미지 또는 이미지들을 자동적으로 저장하기 위해, 이전에 입력된 환자 정보가 사용된다. 사용자가 다른 정보를 입력하고 그리고/또는 트리거링할 필요 없이, 자동화된 이미지 저장이 일어나서, 사용자 시간 및 노력이 절약된다.

[0062] [0068] 다음 차례의 동작은 측정일 수 있다. 오브젝트의 식별에 기반하여, 관련 측정 또는 측정들이 로딩되거나(loaded) 또는 실시된다. 프리-로딩(pre-loading)함으로써, 사용자가 어느 측정들을 수행할지를 선택해야 하는 것이 방지될 수 있다. 실시에 의해, 사용자가 활성화해야 하는 것이 방지될 수 있다. 사용자가 캘리퍼들을 배치하거나 또는 경계를 추적해야 하고 그리고/또는 측정을 활성화해야 하는 것이 아니라, 초음파 스캐너가 분할을 사용하여, 주어진 랜드마크들에 또는 트레이스(trace)로서 캘리퍼들을 배치하며, 그리고 측정을 활성화한다. 도 4 및 도 5는, 신장이 식별되고 식별된 신장의 분할에 기반하여 최대 길이 측정이 자동적으로 수행되는 예를 도시한다. 도 4 및 도 5는 캘리퍼들의 자동화된 배치로서 측정의 표시 및 캘리퍼들 사이의 라인을 도시한다. 작업흐름에서의 측정 단계의 사용자 제어 없이, 식별된 오브젝트의 측정은 식별 및/또는 위치에 기반하여

수행된다.

- [0063] [0069] 다음 차례의 동작은 이미지의 주석 달기일 수 있다. 임의의 주석 달기, 이를테면, 해부학적 구조의 식별을 이용하여 이미지를 라벨링(labeling)하는 것, 분할을 보여주는 것(예컨대, 색으로 오브젝트를 강조하거나 또는 상이한 색들로 상이한 오브젝트들을 강조하는 것, 오브젝트를 추출하는 것, 또는 경계 트레이스를 보여주는 것), 그리고/또는 측정 값을 표시하는 것이 작업흐름에 포함될 수 있다. 주석은 알파뉴메릭 텍스트(alphanumeric text) 및/또는 다른 그래픽(graphic)이다. 사용자가 주석을 추가할 필요 없이, 식별 및/또는 위치에 기반하여, 디스플레이된(displayed) 이미지에 주석이 추가된다. 주석은 오브젝트의 위치에 기반하여 포지셔닝(positioned) 수 있다.
- [0064] [0070] 다음 차례의 동작은 혈관 또는 유체 영역 경계 및/또는 색 흐름 스캔의 식별일 수 있다. 위치 정보가 경계를 제공하여서, 경계 내의 위치들에 대해서는 흐름 정보가 보여지고 다른 위치들에 대해서는 B-모드가 보여지는 상태로, 색 흐름 스캔이 허용된다. 사용자가 혈관 또는 유체 영역을 식별 및 추적하고 그런 다음 색 흐름 이미징을 활성화해야 하는 것이 아니라, 초음파 스캐너가 식별 및/또는 분할을 사용하여, B-모드 위치들에 관련하여 흐름 디스플레이 봉쇄(containment)를 설정하고 흐름 스캔을 활성화한다.
- [0065] [0071] 다음 차례의 동작은 ROI를 배치하는 것일 수 있다. 식별은 관심 오브젝트가 시야에 있다는 것을 표시한다. 위치 정보는 오브젝트의 포지션을 표시하며, 이 오브젝트 주위에 또는 이 오브젝트에 ROI가 배치되어야 한다. 예컨대, 오브젝트의 경계가 사용된다. ROI는, 경계를 넘는 임의의 허용오차로 경계를 커버(cover)하도록 배치된다. ROI를 위치결정하기 위해, 분할로부터의 오브젝트의 포지션, 경계, 및/또는 크기가 사용된다. 도 4는 전체 신장 주위에 배치되거나 또는 전체 신장을 포함하는 박스(box)로서 ROI의 예를 도시한다. 사용자가 신장을 식별하고, ROI를 배치하기 위해 사용자 인터페이스(interface)와 상호작용해야 하는 것이 아니라, 초음파 스캐너가 ROI, 이를테면 색 관심 영역의 배치를 실시한다. ROI는 상이한 유형의 이미징 또는 스캔, 이를테면 색 흐름을 위해 사용된다. 스캐너가 ROI를 배치했다면, ROI-기반 스캔이 마찬가지로, 사용자 개시 없이 시작될 수 있다. ROI가 관심 해부학적 구조에 포지셔닝된 상태로, 색 도플러 이미징이 자동적으로 시작한다.
- [0066] [0072] 연속적인 실시간 분할은 부가적으로, 프로브(probe) 또는 환자가 움직임에 따라 ROI 포지션이 업데이트될(updated) 수 있게 하는 추적 정보를 제공할 수 있다. ROI 또는 다른 위치(예컨대, 도플러 게이트 포지션)는, 스캔 데이터의 후속하는 프레임들에 대해 분할을 반복하는 것에 기반하여, 해부학적 랜드마크들 상에 유지된다.
- [0067] [0073] 다음 차례의 동작은 스캔의 깊이를 변경하는 것일 수 있다. 송신 파형의 주파수가 또한, 깊이와 함께 변경될 수 있다. 더 높은 주파수들은 더욱 신속하게 감쇠되지만, 더 큰 해상도를 제공한다. 주파수를 깊이에 매칭(matching)함으로써, 더욱 최적화된 스캔이 제공된다. 깊이를 설정하기 위해, 오브젝트(예컨대, 가로막)의 식별 및 그 오브젝트의 위치가 사용될 수 있다. 검사를 구체화하기 위해, 시야의 깊이는 작업흐름에서의 단계로서 변경된다. 도 5는 초음파 검사가 신장을 관찰하기 위한 것인 예를 도시한다. 가로막(일반적으로, 타원형에 의해 표기됨)이 식별 및 위치결정된다. 가로막보다 더 깊은 스캔을 방지하기 위해 스캔의 깊이가 감소되어서, 신장을 더욱 상세히 이미징하게 된다. 다른 실시예들에서, 깊이를 설정하기 위해, 신장의 가장 깊은 범위가 사용된다. 사용자가 깊이를 변화시켜야 하는 것이 아니라, 깊이 변화는 자동적으로 일어난다.
- [0068] [0074] 다음 차례의 동작은 이상의 식별(즉, 병변을 식별하는 것)과 연관될 수 있다. 예컨대, 분류기는 간, 신장, 또는 유방 검사 동안 병소 또는 종양을 식별한다. 작업흐름은 이상의 검출 시 수행될 단계들의 가치를 포함한다. 분류기-기반 검출은 단계들의 가치의 실시를 트리거링한다. 단계들은 병변 주위에 ROI 또는 배울 박스(예컨대, 레스(Res) 박스)의 배치, 병변을 측정하기 위한 측정들(예컨대, 크기, 형상, 흐름, 및/또는 탄성), 병변의 주석 달기, 병변을 보여주는 이미지의 저장, 또는 다른 단계들을 포함할 수 있다. 초음파 스캐너는, 사용자가 단계들을 제어할 필요 없이, 병변의 식별 및/또는 위치에 기반하여, 단계들 중 하나 이상을 수행한다.
- [0069] [0075] 사용자에게 의한 선택을 위해 사용자 인터페이스 상에서 수행될 수 있는 측정들의 목록을 보여주는 것과 같이 단계들의 일부분들이 자동화될 수 있다. 사용자는 목록의 디스플레이를 활성화할 필요가 없다. 일단 시야가 병변 또는 오브젝트에 안정되어 있다면, 사용자 입력 없이, 시퀀스로 측정, 주석 달기, 및 이미지 저장을 실시하는 것과 같이 변화의 패턴이 사용될 수 있다. 이미지 저장의 완료에 기반하여, 다음 차례의 태스크(task)로의 정량화 작업흐름의 자동 전진과 같이, 단계들의 다른 순서들이 제공될 수 있다.
- [0070] [0076] 도 1의 동작 40에서, 초음파 스캐너 또는 이미지 프로세서는 오브젝트의 이미지를 생성한다. 이미징은

스캔에 대응할 수 있으며, 따라서 이미지를 생성하기 위해, 스캔 데이터의 각각의 획득된 프레임이 사용된다. 이미지들은, 스캔으로부터의 프레임들 전부보다는 더 적은 수 또는 단 1개의 프레임만을 위해 생성될 수 있다.

- [0071] [0077] 생성된 이미지는, 자동적으로 실시될 다음 차례의 동작의 수행 또는 수행의 시작에 대한 응답일 수 있다. 사용자가 작업흐름에 따라 단계를 실시하고 있지 않으므로, 초음파 스캐너가 동작을 실시하고 있다는 시각적 표시가 사용자에게 제공된다. 예컨대, 주석, 측정 포지션, 측정 결과, 또는 ROI가 이미지에 포함된다. 다른 예로서, 이미지 저장 또는 환자의 의료 기록에 저장하는 것에 대한 확인(confirmation)이 포함된다. 또 다른 예에서, 세팅(setting)들에 대한 값들(예컨대, 프리세트 값들, 시야 깊이, 또는 스캔 세팅들)이 디스플레이된다. 상세들 없이 변화의 통지가 이미지 또는 사용자 인터페이스 상에 제공될 수 있다.
- [0072] [0078] 작업흐름에서의 다음 차례의 단계의 수행이 텍스트 또는 다른 그래픽에 의해 보여진다. 라인, 박스, 또는 다른 그래픽이 작업흐름에서의 하나 이상의 단계들의 수행 또는 수행의 결과들을 표시한다. 현재 단계가 강조되고 그리고/또는 완료된 단계들이 미완료 단계들과 구분되는 상태로, 작업 흐름을 표현하는 그래픽이 디스플레이될 수 있다.
- [0073] [0079] 식별 및/또는 위치 정보는 이미지 상에 포함될 수 있다. 예컨대, 색 착색이 추가된다. 상이한 오브젝트들이 상이하게 착색되거나, 또는 다른 것들이 없을 경우, 주어진 오브젝트가 착색된다. 마커(marker), 라인, 박스, 또는 다른 그래픽들이 분할을 보여주기 위해 사용될 수 있다. 식별을 위한 주석이 사용될 수 있다.
- [0074] [0080] 분류 및 분할에 기반하는 작업흐름의 자동화에 기인하여, 작업흐름에서의 하나 이상의 단계들이 더욱 신속하게 수행될 수 있다. 초음파 스캐너의 구성 또는 사용자 엔트리에 대한 지연이 감소되거나 또는 방지된다. 사용자는 단계의 일부로서 적절한 배치, 측정 또는 다른 정보를 확인해 줄(confirm) 수 있지만, 측정을 위한 사용자 초기 배치 또는 엔트리는 방지될 수 있다. 소노그래퍼마다 더 높은 처리량이 야기될 수 있다.
- [0075] [0081] 도 6은 초음파 이미징에서 기계-보조 작업흐름 지원을 위한 시스템의 일 실시예를 도시한다. 시스템은, 컴퓨터-지원 또는 기계-학습 분류 및 분할을 적용하는 초음파 스캐너(10)이다. 초음파 스캐너(10)는, 오브젝트를 식별하고 그리고/또는 오브젝트를 분할하도록 기계-학습 검출기들에 의해 구성된다. 초음파 검사를 위한 작업흐름의 단계들은 분류 및/또는 분할에 기반하여 자동적으로 실시된다. 분류, 분할, 및 작업흐름 실시는 스캔과 함께 실시간으로 그리고/또는 초음파 검사 동안 일어난다.
- [0076] [0082] 초음파 스캐너(10)는 의료 진단 초음파 이미징 시스템이다. 초음파 스캐너(10)는, 변환기(14)를 이용하여, 초음파로 환자의 영역을 스캔하도록 구성된다. 스캔은 환자의 검사 동안 반복된다. 대안적인 실시예들에서, 초음파 스캐너(10)는, 빔형성기들(12, 16) 및 변환기(14)와의 연결을 통해 환자로부터 획득된 스캔 데이터로부터의 실시간 이미징을 위한, 개인용 컴퓨터(computer), 워크스테이션(workstation), PACS 스테이션(station), 또는 동일한 위치에 있거나 또는 네트워크(network)를 통해 분산된 다른 어레이먼트(arrangement)를 포함한다.
- [0077] [0083] 초음파 스캐너(10)는 도 1의 방법, 도 2의 방법, 또는 다른 방법들을 실시한다. 초음파 스캐너(10)는 송신 빔형성기(12), 변환기(14), 수신 빔형성기(16), 검출기(18), 디스플레이(20), 메모리(22), 및 이미지 프로세서(24)를 포함한다. 추가적인, 상이한, 또는 더 적은 수의 컴포넌트들이 제공될 수 있다. 예컨대, 자동화된 배치의 조정을 위한, 그리고/또는 사용자 제어 작업흐름 단계들을 위해 초음파 시스템(10)을 구성하기 위한 사용자 입력이 제공된다.
- [0078] [0084] 송신 빔형성기(12)는 초음파 송신기, 메모리, 펄스(pulser), 아날로그(analog) 회로, 디지털(digital) 회로, 또는 이들의 결합들이다. 송신 빔형성기(12)는, 상이한 또는 상대적인 진폭들, 지연들, 및/또는 위상조정(phasing)을 갖는, 복수의 채널(channel)들에 대한 파형들을 생성하도록 구성된다. 파형들이 생성되고, 임의의 타이밍(timing) 또는 펄스(pulse) 반복 주파수로 변환기 어레이(array)에 적용된다. 예컨대, 송신 빔형성기(12)는 선형, 섹터(sector), 또는 Vector® 포맷(format)으로 B-모드 스캔을 위한 펄스들의 시퀀스를 생성한다. 다른 예로서, 송신 빔형성기(12)는 색 흐름 스캔을 위한 펄스들, 이를테면, B-모드 시야의 ROI에 대한 스캔라인마다 진행중인 흐름 샘플 카운트(count)에서 2-12개의 빔들을 형성하기 위한 펄스들의 시퀀스를 생성한다. 또 다른 예에서, 송신 빔형성기(12)는 탄성 또는 진단 이미징을 위한 펄스들을 생성한다. 송신 빔형성기(12)는 음향 방사력 임펄스(impulse)를 위한 빔을 생성할 수 있다. 빔의 세기는 진단과 또는 종파가 초점으로부터 생성되게 한다. 그런 다음, 송신 빔형성기(12)는 생성된 파에 대한 조직 응답을 추적하기 위한 빔들을 생성한다.
- [0079] [0085] 송신 빔형성기(12)는 이를테면 송신/수신 스위치(switch)를 통해 변환기(14)와 연결된다. 생성된 파들에 대한 응답으로 변환기(14)로부터 음향 파들의 송신 시, 주어진 송신 이벤트(event) 동안 하나 이상의 빔들이

형성된다. 빔들은 B-모드, 색 흐름 모드, 탄성, 진단파, 및/또는 다른 이미징 모드들을 위한 것이다. 1차원, 2차원 또는 3차원 영역을 스캔하기 위해 송신 빔들의 시퀀스가 생성된다. 섹터, Vector®, 선형, 또는 다른 스캔 포맷들이 사용될 수 있다.

- [0080] [0086] 변환기(14)는 압전기 또는 용량성 멤브레인 엘리먼트(membrane element)들의 1차원, 1.25차원, 1.5차원, 1.75차원 또는 2차원 어레이이다. 변환기(14)는 음향 에너지(energy)와 전기 에너지 사이를 변환하기 위한 복수의 엘리먼트들을 포함한다. 예컨대, 변환기(14)는 약 64-256개의 엘리먼트들을 갖는 1차원 PZT 어레이이다.
- [0081] [0087] 변환기(14)는 전기 파형들을 음향 파형들로 변환하기 위한 송신 빔형성기(12)와 연결되고, 음향 에코(echo)들을 전기 신호들로 변환하기 위한 수신 빔형성기(16)와 연결된다. 초음파를 이용한 스캔을 위해, 변환기(14)는 음향 에너지를 송신하고, 에코들을 수신한다. 변환기(14)의 엘리먼트들에 충돌하는 초음파 에너지(에코들)에 대한 응답으로 수신 신호들이 생성된다.
- [0082] [0088] 수신 빔형성기(16)는 증폭기들, 딜레이(delay)들, 및/또는 위상 회전기들을 갖는 복수의 채널(channel)들, 그리고 하나 이상의 합산기들을 포함한다. 각각의 채널은 하나 이상의 변환기 엘리먼트들과 연결된다. 수신 빔형성기(16)는 이미징을 위한 각각의 송신에 대한 응답으로 하나 이상의 수신 빔들을 형성하기 위해 상대적인 지연들, 위상들, 및/또는 아포다이제이션(apodization)을 적용한다. 수신에 따른 동적 포커싱(focusing)이 제공될 수 있다. 상이한 엘리먼트들로부터의 신호들의 상대적인 지연들 및/또는 위상조정 그리고 합산이 빔형성(beamformation)을 제공한다. 수신 빔형성기(16)는, 수신된 음향 신호들을 사용하여, 공간 위치들을 표현하는 데이터를 출력한다. 대안적인 실시예들에서, 수신 빔형성기(16)는 푸리에(Fourier) 또는 다른 변환들을 사용하여 샘플들을 생성하기 위한 프로세서이다.
- [0083] [0089] 수신 빔형성기(16)는 필터(filter), 이를테면, 제2 조파 주파수 대역, 송신(즉, 기본) 주파수 대역 또는 송신 주파수 대역과 관련하여 다른 주파수 대역의 정보를 격리하기 위한 필터를 포함할 수 있다. 그러한 정보는 원하는 조직, 조영제, 및/또는 흐름 정보를 포함할 가능성이 더욱 높을 수 있다. 다른 실시예에서, 수신 빔형성기(16)는 메모리 또는 버퍼(buffer), 그리고 필터 또는 가산기를 포함한다. 원하는 주파수 대역, 이를테면 제2 조파 대역, 입방 기본 대역, 또는 다른 대역의 정보를 격리시키기 위해, 2 이상의 수신 빔들이 결합된다.
- [0084] [0090] 수신 빔형성기(16)는 공간 또는 샘플 위치들을 표현하는 빔 합산 데이터를 출력한다. 단일 위치, 라인을 따른 위치들, 면적에 대한 위치들, 또는 체적에 대한 위치들에 대한 데이터가 출력된다. 영역의 전체 스캔에 대한 응답으로 빔형성된(beamformed) 데이터는 데이터의 프레임이다.
- [0085] [0091] 검출기(18)는 B-모드 검출기, 도플러 검출기, 펄스파 도플러 검출기, 상관 프로세서, 푸리에 변환 프로세서, 필터, 초음파 이미징 모드를 실시하기 위한 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 프로세서, 또는 이들의 결합들이다. 검출기(18)는, 이를테면 도플러 검출기(예컨대, 추정기) 및 B-모드 검출기를 포함하여, 이미징 모드들을 위한 검출을 제공한다.
- [0086] [0092] 다른 포스트-빔형성(post-beamformation) 컴포넌트들이 제공될 수 있다. 공간 필터, 시간 필터, 및/또는 스캔 컨버터(converter)가 포함될 수 있다. 검출기(18) 또는 다른 컴포넌트들은 디스플레이 값들을 출력하는데, 이를테면, 검출하고, 검출된 값들을 디스플레이 값들에 매핑(mapping)하며, 그리고 디스플레이 값들 또는 검출된 값들을 디스플레이 포맷으로 포맷팅(formatting)한다.
- [0087] [0093] 이미지 프로세서(24)는, 검사 작업흐름을 지원하기 위해 이미지들에서 오브젝트들을 검출하고 초음파 시스템(10)을 제어하기 위한 제어 프로세서, 일반 프로세서, 디지털 신호 프로세서, 그래픽스 프로세싱 유닛(graphics processing unit), 주문형 집적 회로, 필드 프로그램가능 게이트 어레이(field programmable gate array), 네트워크, 서버(server), 프로세서들의 그룹(group), 이들의 결합들, 또는 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 디바이스(device)이다. 이미지 프로세서(24)는 검출기(18)와 별개이거나 또는 검출기(18)의 일부이다. 별개의 디바이스로서, 이미지 프로세서(24)는 검출 및 제어하기 위한 임의의 프로세싱 스테이지(stage) (예컨대, 빔형성, 검출, 스캔 변환, 디스플레이 매핑(display mapped) 또는 다른 스테이지)에서 데이터를 요청하거나, 수신하거나, 접근하거나, 또는 로딩(load)한다. 이미지 프로세서(24)는, 도 1 또는 도 2의 동작들을 수행하거나 또는 수행을 유발하도록 소프트웨어(software), 펌웨어(firmware), 및/또는 하드웨어(hardware)에 의해 구성된다.
- [0088] [0094] 이미지 프로세서(24)는 시야의 변화에 대해 시간에 걸쳐 스캔 데이터를 모니터링하도록 구성된다. 상관 또는 다른 접근법을 사용하여, 이전 오브젝트 식별에 기반하여 분할을 적용할지, 또는 분류 그리고 새로운 분할

기의 선택을 적용할지를 결정하기 위해, 변화의 양 또는 변화의 패턴이 사용된다. 이미지 프로세서(24)는, 변화가 임계치를 초과하거나 또는 하나 이상의 임계치들에 의해 정의된 변화의 패턴인 것에 대한 응답으로, 컴퓨터-보조 분류를 적용함으로써 분류하도록 구성된다.

[0089] [0095] 이미지 프로세서(24)는 스캔의 스캔 데이터로부터 영역의 하나 이상의 오브젝트들의 컴퓨터-보조 분류를 적용하도록 구성된다. 예컨대, 기계-학습 분류기는 장기들 및/또는 이상들로서 하나 이상의 오브젝트들을 식별하도록 구성된다. 이미지 프로세서(24)는 분류에 기반하여 하나 이상의 오브젝트들의 컴퓨터-보조 분할을 적용하도록 구성된다. 오브젝트의 식별에 기반하여, 분할기가 선택된다. 분할기는, 하나 이상의 장기들 및/또는 이상들을 위치결정하도록 구성된 기계-학습 분할기일 수 있다.

[0090] [0096] 이미지 프로세서(24)는, 하나 이상의 오브젝트들의 분류 및/또는 분할에 기반하여 초음파 스캐너의 동작을 변경하도록 구성된다. 변경은 환자의 검사를 위한 작업흐름에서의 다음 차례의 단계 또는 단계들을 실시하기 위한 것이다. 작업흐름은, 초음파를 이용한 환자의 검사의 초기 스캔으로부터 완료까지, 결정 트리 내의 단계들의 시퀀스이다. 스캔과 함께 실시간으로 수행되는 오브젝트 식별 및/또는 분할에 기반하여, 또한 실시간으로 이루어지는 사용자 상호작용이 없거나 또는 거의 없는 상태로, 결정 트리에서의 다음 차례의 단계 또는 단계들이 초음파 스캐너(10)에 의해 실시될 수 있다. 예컨대, 초음파 스캐너는, 분류 및 분할에 기반하여 그리고 이러한 분류 및 분할에 대한 응답으로, 관심 영역을 배치하고, 스캔에 대한 깊이를 변화시키며, 그리고/또는 하나 이상의 오브젝트들을 측정한다.

[0091] [0097] 이미지 프로세서(24) 또는 검출기(18)는 이미지를 또는 값들을 생성하여 디스플레이(20)에 출력한다. 예컨대, B-모드 또는 혼합 모드(예컨대, B-모드와 흐름 모드) 이미지들이 출력된다. 텍스트, 수치 표시, 또는 그래픽이 추가되어 사용자에게 디스플레이될 수 있다. 그래프(graph)가 디스플레이될 수 있다. 예컨대, 검출된 오브젝트를 마킹(marking)하는 주석, 검출된 오브젝트를 포함하는 것으로서 이미지를 표시하는 플래그(flag), 측정의 도출된 값, ROI, 또는 다른 오브젝트 관련 정보가 이미지 상에 출력된다. 이미지는 작업흐름에서의 하나 이상의 단계들의 수행 또는 수행의 완료의 표시를 포함한다. 다른 표시들, 이를테면 플래싱 버튼(flashing button)이 제공될 수 있다.

[0092] [0098] 디스플레이(20)는 이미지 또는 이미지들의 시퀀스를 디스플레이(displaying)하기 위한 CRT, LCD, 모니터(monitors), 플라즈마(plasma), 프로젝터(projector), 프린터(printer), 또는 다른 디바이스이다. 임의의 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 디스플레이(20)가 사용될 수 있다. 각각의 이미지는 환자의 스캔 영역에 대한 것이다. 다른 정보, 이를테면, 작업흐름에서의 단계(예컨대, 이미지에 추가된 ROI에 의해 표시되는 ROI 배치)의 표시 및/또는 변경을 보여주는 주석(예컨대, 그래픽)이 이미지 상에, 이미지와 함께, 또는 이미지의 일부로서 출력된다. 디스플레이(20)는 하나의 이미지 또는 이미지들의 시퀀스를 디스플레이하도록 동작가능하다. 디스플레이(20)는 2차원 이미지들 또는 3차원 표현들을 디스플레이한다.

[0093] [0099] 검출기(18), 이미지 프로세서(24), 수신 빔형성기(16), 및 송신 빔형성기(12)는 메모리(22) 또는 다른 메모리에 저장된 명령들에 따라 동작한다. 명령들은 도 1의 동작들의 수행을 위해 시스템을 구성한다. 명령들은, 제어기에 로딩됨으로써(loaded), 값들의 표의 로딩을 유발함으로써, 그리고/또는 실행됨으로써, 동작을 위해, 검출기(18), 이미지 프로세서(24), 수신 빔형성기(16), 및/또는 송신 빔형성기(12)를 구성한다.

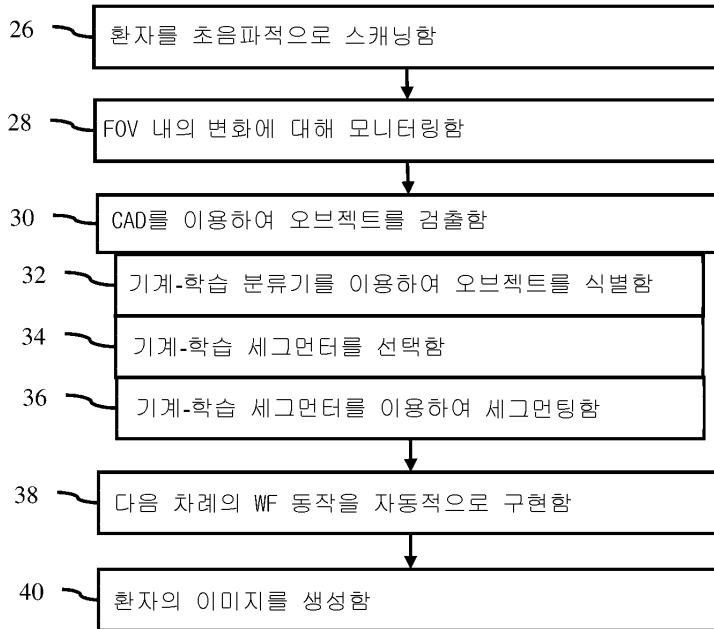
[0094] [0100] 메모리(22)는 비-일시적인 컴퓨터 판독가능 저장 매체이다. 본원에서 논의된 프로세스들, 방법들 및/또는 기법들을 실시하기 위한 명령들은 컴퓨터-판독가능 저장 매체 또는 메모리들, 이를테면, 캐시(cache), 버퍼(buffer), RAM, 착탈가능 매체, 하드 드라이브(hard drive) 또는 다른 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 제공된다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 다양한 유형들의 휘발성 및 비휘발성 저장 매체를 포함한다. 본원에서 설명되거나 또는 도면들에서 예시된 기능들, 동작들 또는 태스크(task)들은 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 또는 이러한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 저장된 명령들의 하나 이상의 세트(set)들에 대한 응답으로 실행된다. 기능들, 동작들 또는 태스크들은 특정 유형의 명령들 세트, 저장 매체, 프로세서 또는 프로세싱 전략에 독립적이며, 그리고 소프트웨어, 하드웨어, 집적 회로들, 펌웨어(firmware), 마이크로 코드(micro code) 등에 의해 수행되어 단독으로 또는 결합하여 동작할 수 있다. 마찬가지로, 프로세싱 전략들은 멀티프로세싱(multiprocessing), 멀티태스킹(multitasking), 병렬 프로세싱 등을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 명령들은, 로컬(local) 또는 원격 시스템들에 의한 판독을 위해 착탈가능 매체 디바이스 상에 저장된다. 다른 실시예들에서, 명령들은, 컴퓨터 네트워크를 통한 또는 전화 라인들을 거친 전송을 위해 원격 위치에 저장된다. 또 다른 실시예들에서, 명령들은 주어진 컴퓨터, CPU, GPU 또는 시스템 내에 저장된다.

[0095] [0101] 본 발명이 다양한 실시예들을 참조하여 위에서 설명되었지만, 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않으면서

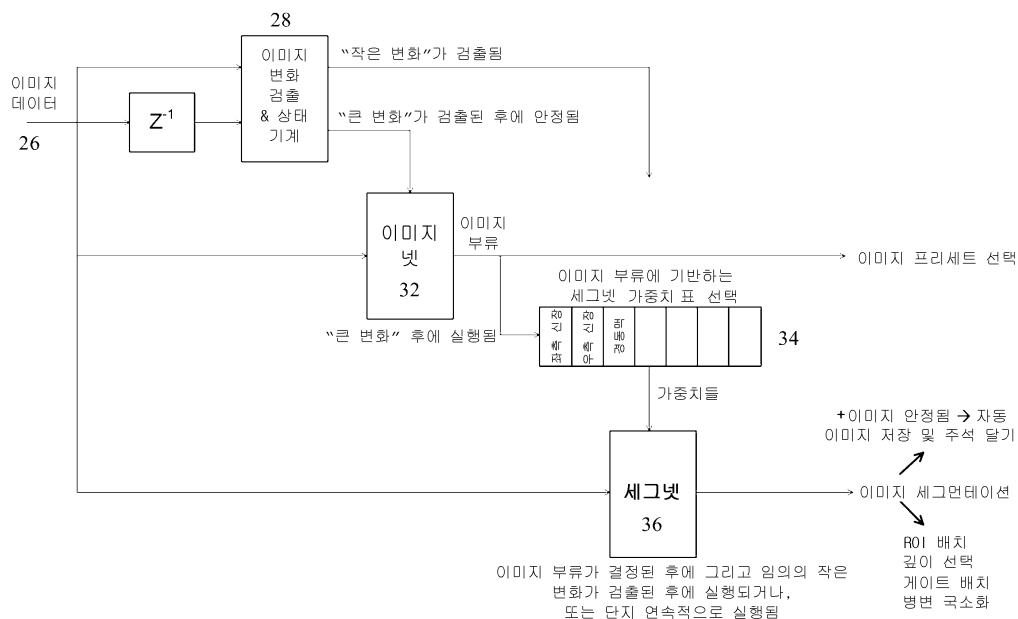
많은 변화들 및 수정들이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 그러므로, 앞선 상세한 설명은 제한적인 것이 아니라 예시적인 것으로서 간주되며, 본 발명의 사상 및 범위를 정의하도록 의도되는 것은, 모든 등가물들을 포함하는 다음의 청구항들이라는 것이 이해되어야 하는 것이 의도된다.

도면

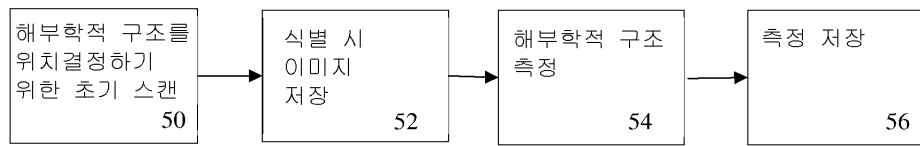
도면1



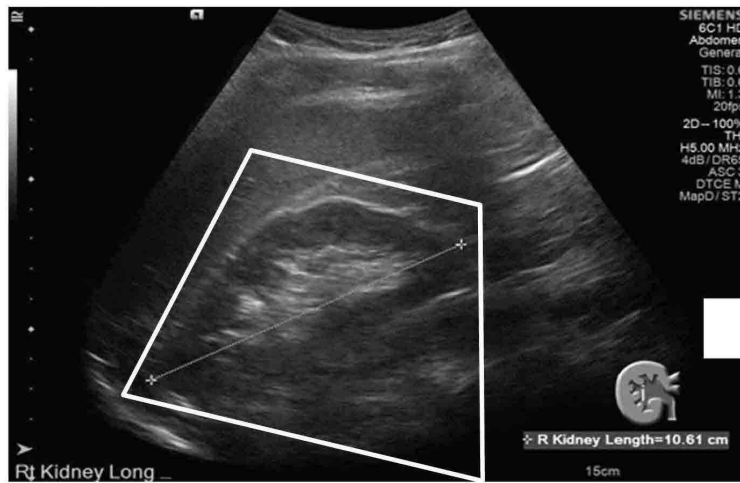
도면2



도면3



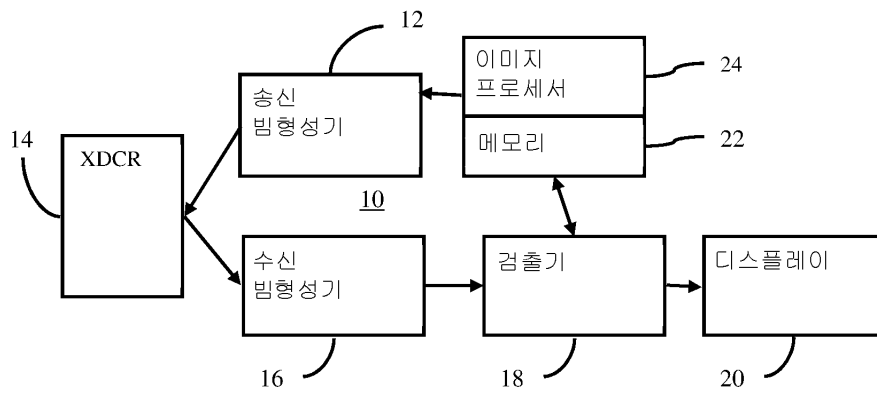
도면4



도면5



도면6



专利名称(译)	超声成像中的机器辅助工作流程		
公开(公告)号	KR1020190053807A	公开(公告)日	2019-05-20
申请号	KR1020180137388	申请日	2018-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
申请(专利权)人(译)	Yueseueyi西门子医疗解决方案公司		
发明人	라오, 빔바 구라카, 이스마일 엠.		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/54 A61B8/469 A61B8/461 A61B8/5207 A61B8/5223 A61B8/523 A61B8/5292 G06T7/0012 G06T7/11 G06T2207/10016 G06T2207/10132 G06T2207/20084 G06T2207/30084 G16H30/40 G16H50/20		
优先权	15/809802 2017-11-10 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

使用计算机辅助分类和/或计算机辅助分割，无论是否监视视野变化，都可以使超声成像的工作流程更加高效。分类和/或分段用于执行构成超声检查的一系列动作中的下一个动作。超声扫描仪不是要用户确定动作并执行该动作，而是基于被成像物体的标识和/或位置来确定并执行该动作。例如，使用机器学习分类器将对象识别为拉伸，将触发颜色流扫描，并且对象的位置将确定感兴趣的颜色流区域 (ROI) 的位置，以便用户可以启动ROI初始化和/或放置避免了需要做的事情，提高了工作流程效率。

