(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월04일
(11) 등록번호 10-2211154
(24) 등록일자 2021년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) *G06T 17/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0118804
(22) 출원일자 2013년10월04일
심사청구일자 2018년10월02일
(65) 공개번호 10-2015-0017646
(43) 공개일자 2015년02월17일
(30) 우선권주장
1020130093098 2013년08월06일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100096470 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김지연
경기 화성시 동탄시범한빛길 38, 216동 1802호 (반송동, 시범한빛마을KCC스위첸아파트)
이형욱
경기도 수원시 영통구 광교로 286 8009동 402호 (이의동,휴먼시아아파트)
강나협
서울 관악구 봉천로 602, 402호 (봉천동, 반석빌딩)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 곽중환

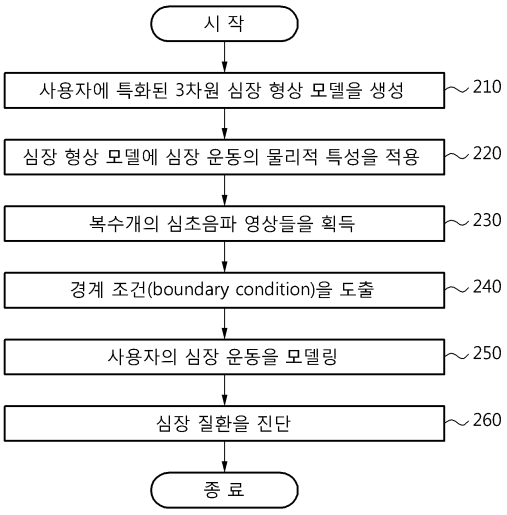
(54) 발명의 명칭 **심장 운동 모델링에 기반하여 심장 질환을 진단하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

심장 운동 모델링에 기반하여 심장 질환을 진단하는 방법 및 장치를 제안한다.

3차원 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용하고, 동적인 영상의 취득을 위하여 획득된, 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들과 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출한 후, 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링 하는 심장 운동 모델링에 기반하여 심장 질환을 진단하는 방법을 제공할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(56) 선행기술조사문헌
KR1020110058903 A*
US20070014452 A1
US20130197881 A1
JP2007521862 A
WO2008004171 A2
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

3차원 심장 형상 모델을 생성하는 단계;

상기 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 단계;

동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득하는 단계;

상기 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 상기 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출하는 단계; 및

상기 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링 하는 단계

를 포함하고,

상기 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 단계는

상기 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 선정하는 단계; 및

상기 선정된 파라미터를 이용하여 상기 심장 형상 모델에 상기 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 단계

를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 3차원 심장 형상 모델은,

상기 사용자를 촬영한 2차원 영상 또는 3차원 영상에 기초하여 생성되는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 사용자를 촬영한 2차원 영상 또는 3차원 영상은 CT 영상을 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 심장 운동의 물리적 특성은,

심장 근육의 섬유 방향성(fiber orientation), 상기 심장 근육의 패시브 스트레스(passive stress), 상기 심장 근육의 액티브 스트레스(active stress) 중 적어도 하나를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 경계 조건을 도출하는 단계는,

상기 복수 개의 심초음파 영상들에서 특징점(Feature point)의 시간에 따른 위치 변화를 고려하여, 상기 3차원 심장 형상 모델과 상기 심초음파 영상들을 융합하는 단계

를 포함하는 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 경계 조건을 도출하는 단계는,

상기 융합된 3차원 심장 형상 모델과 심초음파 영상들을 이용하여 상기 경계 조건 중 변위 경계 조건을 탐색하는 단계

를 포함하는 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 경계 조건은,

변위 경계 조건 및 하중 경계 조건을 포함하는,

심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 모델링 결과를 이용하여 심장 질환을 진단하는 단계

를 더 포함하고,

상기 심장 질환을 진단하는 단계는,

상기 모델링의 결과를 이용하여, 상기 선정된 파라미터를 최적화 하는 단계;

상기 최적화된 파라미터를 이용하여 심근의 움직임 정보의 분포를 획득하는 단계; 및

상기 심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여 상기 심장 질환을 진단하는 단계

를 포함하는 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 선정된 파라미터를 최적화 하는 단계는,

상기 모델링의 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 단계; 및

상기 평가 결과를 이용하여, 상기 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 상기 선정된 파라미터를 최적화하는 단계

를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 심근의 움직임 정보는,

상기 심근의 스트레인(strain) 분포 및 상기 심근의 스트레스(stress)를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 단계는,

레퍼런스 스트레인(reference strain)을 이용하여 상기 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 단계

를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 레퍼런스 스트레인은,

상기 복수 개의 심초음파 영상들로부터 얻은 심장의 움직임 정보를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 최적화하는 단계는,

상기 파라미터가 상기 레퍼런스 스트레인에 미치는 영향을 분석하는 단계; 및

상기 분석 결과를 이용하여 상기 파라미터를 최적화하는 단계

를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 방법.

청구항 16

제1항, 제3항 내지 제4항 및 제6항 내지 제15항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

청구항 17

3차원 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 적용부;

동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득하는 획득부;

상기 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 상기 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출하는 도출부; 및

상기 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링 하는 모델링부

를 포함하고,

상기 적용부는,

상기 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 선정하고, 상기 선정된 파라미터를 이용하여 상기 심장 형상 모델에 상기 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는, 심장 운동을 모델링 하는 장치.

청구항 18

삭제

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 도출부는,

상기 복수 개의 심초음파 영상들에서 특징점(Feature point)의 시간에 따른 위치 변화를 고려하여, 상기 3차원 심장 형상 모델과 상기 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하는 융합부

를 포함하는, 심장 운동을 모델링 하는 장치.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 모델링의 결과를 이용하여 심장 질환을 진단하는 진단부

를 더 포함하고,

상기 진단부는,

상기 모델링의 결과를 이용하여, 상기 선정된 파라미터를 최적화 하는 최적화부; 및

상기 최적화된 파라미터를 이용하여 심근의 움직임 정보의 분포를 획득하는 획득부

를 포함하고,

상기 심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여 상기 심장 질환을 진단하는, 심장 운동을 모델링 하는 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 진단부는

상기 모델링의 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 평가부

를 더 포함하고,

상기 평가 결과를 이용하여, 상기 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 상기 파라미터를 최적화하는, 심장 운동을 모델링 하는 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래의 실시예들은 심장 운동 모델링에 기반하여 심장 질환을 진단하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 심장 질환 진단을 위해서 여러 가지 모델링 장치 및 방법들이 사용되고 있다. 이들 중 가장 대표적으로 활용되고 있는 방법은 의사가 심초음파를 통해 심장의 움직임을 관찰하고, 심장의 세그먼트(Segment) 별 움직임에 대한 벽 운동 점수(wall motion score)를 매겨서 심장 운동의 지표로 이용하는 것이다. 벽 운동 점수(wall motion score)는 의사의 주관적 판단에 의해 측정되므로 객관적인 지표가 되기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0003] 일실시예에 따르면, 심장 운동을 모델링 하는 방법은 3차원 심장 형상 모델을 생성하는 단계; 상기 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 단계; 동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득하는 단계; 상기 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 상기 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출하는 단계; 및 상기 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링 하는 단계를 포함한다.

[0004] 상기 모델링 결과를 이용하여 심장 운동을 모델링 하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0005] 상기 3차원 심장 형상 모델은, 상기 사용자를 촬영한 2차원 영상 또는 3차원 영상에 기초하여 생성될 수 있다.

[0006] 상기 사용자를 촬영한 2차원 영상 또는 3차원 영상은 CT 영상을 포함할 수 있다.

[0007] 상기 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 단계는, 상기 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 선정하는 단계; 및 상기 선정된 파라미터를 이용하여 상기 심장 형상 모델에 상기 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 심장 운동의 물리적 특성은, 심장 근육의 섬유 방향성(fiber orientation), 상기 심장 근육의 패시브 스트레스(passive stress), 상기 심장 근육의 액티브 스트레스(active stress) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 경계 조건을 도출하는 단계는, 상기 복수 개의 심초음파 영상들에서 특징점(Feature point)의 시간에 따른 위치 변화를 고려하여, 상기 3차원 심장 형상 모델과 상기 심초음파 영상들을 융합하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 경계 조건을 도출하는 단계는, 상기 융합된 3차원 심장 형상 모델과 심초음파 영상들을 이용하여 상기 경계 조건 중 변위 경계 조건을 탐색하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 경계 조건은, 변위 경계 조건 및 하중 경계 조건을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 모델링 결과를 이용하여 심장 질환을 진단하는 단계를 더 포함하고, 상기 심장 질환을 진단하는 단계는, 상기 모델링의 결과를 이용하여, 상기 선정된 파라미터를 최적화 하는 단계; 상기 최적화된 파라미터를 이용하여 심근의 움직임 정보의 분포를 획득하는 단계; 및 상기 심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여 상기 심장 질환을 진단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 선정된 파라미터를 최적화 하는 단계는, 상기 모델링의 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 단계; 및 상기 평가 결과를 이용하여, 상기 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 상기 선정된 파라미터를 최적화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 심근의 움직임 정보는, 상기 심근의 스트레인(strain) 분포 및 상기 심근의 스트레스(stress)를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 단계는, 레퍼런스 스트레인(reference strain)을 이용하여 상기 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 레퍼런스 스트레인은, 상기 복수 개의 심초음파 영상들로부터 얻은 심장의 움직임 정보를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 최적화하는 단계는, 상기 파라미터가 상기 레퍼런스 스트레인에 미치는 영향을 분석하는 단계; 및 상기 분석 결과를 이용하여 상기 파라미터를 최적화하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 심장 운동을 모델링 하는 장치는 3차원 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용하는 적용부; 동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득하는 획득부; 상기 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 상기 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출하는 도출부; 및 상기 경계 조건을 이용하여 상기 사용자의 심장 운동을 모델링 하는 모델링부를 포함한다.

[0019] 상기 적용부는, 상기 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 선정하고, 상기 선정된 파라미터를 이용하여 상기 심장 형상 모델에 상기 심장 운동의 물리적 특성을 적용할 수 있다.

[0020] 상기 도출부는, 상기 복수 개의 심초음파 영상들에서 특징점(Feature point)의 시간에 따른 위치 변화를 고려하여, 상기 3차원 심장 형상 모델과 상기 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하는 융합부를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 모델링의 결과를 이용하여 심장 질환을 진단하는 진단부를 더 포함하고, 상기 진단부는, 상기 모델링의 결과를 이용하여, 상기 선정된 파라미터를 최적화 하는 최적화부; 및 상기 최적화된 파라미터를 이용하여 심근의 움직임 정보의 분포를 획득하는 획득부를 포함하고, 상기 심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여 상기 심장 질환을 진단할 수 있다.

[0022] 상기 진단부는 상기 모델링의 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 평가부를 더 포함하고, 상기 평가 결과를 이용하여, 상기 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 상기 파라미터를 최적화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 일실시예에 따른 심장 운동 모델링에 기반하여 심장 질환을 진단하는 방법의 전반적인 동작 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법의 플로우 차트이다.

도 3은 일실시예에서 모델링 하고자 하는 심장 운동의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 생성되는 3차원 심장 형상 모델을 나타낸 도면이다.

도 5는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 이용되는 이종 영상들 간의 영상 융합을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 시간의 흐름에 따라 심근에 주어지는 힘의 변화에 따른 하중 경계 조건을 나타낸 그래프이다.

도 7은 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 모델링의 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 도 2에서 심장 운동을 모델링 하는 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

도 9는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 장치의 블록도이다.

도 10은 다른 실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 일실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0025] 도 1은 일실시예에 따른 심장 운동 모델링에 기반하여 심장 질환을 진단하는 방법에 따른 전반적인 동작 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

[0026] 일실시예에 따른 심장 질환을 진단하는 방법에서는 사용자의 3차원 심장 형상 모델을 이용한 심장 운동 모델링에 의해 심장의 모든 위치에서의 심장 근육(이하, '심근')의 움직임 정보를 획득하고, 이를 심장 질환의 진단에 활용한다.

[0027] 심근의 움직임 정보로는 심근의 스트레인(strain), 다시 말해 심근의 변형률, 혹은 심근의 스트레인(strain)의 분포 상황, 및 심근의 스트레스(stress) 등을 예로 들 수 있다.

[0028] 도 1을 참조하면, 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 장치(이하, '모델링 장치')는 사용자의 심장에 대한 영상(예를 들어 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging; MRI) 또는 컴퓨터 단층 촬영(Computed Tomography; CT) 영상)에 기반하여 3차원의 심장 형상을 생성할 수 있다(110). 이때, 사용자의 심장에 대한 영상에 기반하여 생성된 3차원의 심장 형상 모델은 해당 사용자에게 특화될 수 있다. 사용자에 특화된 심장 형상 모델은 해당 사용자의 심장 운동을 모델링 하는 데에 이용될 수 있다.

[0029] 생성 과정(110)에서 생성된 3차원의 심장 형상 모델에는 다른 장기와는 다른, 심장 운동에서 고려되어야 할 물리적 특성이 반영될 수 있다. 심장 운동에 있어 고려해야 할 물리적 특성을 '심장 운동의 물리적 특성'이라 부를 수 있다.

[0030] 다른 장기와 달리, 심장은 심근(myocardium)이라는 근육으로 이루어져 있고, 심근을 구성하는 섬유의 방향성(fiber orientation)에 따라 물리적 특성이 달라질 수 있다. 다른 장기와 구별될 수 있는 심장의 특징에 대하여는 도 3을 참조하여 구체적으로 살펴본다.

[0031] 심장 운동의 물리적 특성들은 파라미터화 될 수 있다. 따라서, 일실시예에서는 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 모델링 과정(110)에서 모델링된 3차원 심장 형상에 적용하여 심장 형상 모델에 심장의 동작 특성 등이 반영될 수 있도록 한다. 이때, 각 파라미터들을 해당 사용자에 맞도록 조절해 주는 과정은 후술하는 최적화(Optimization) 과정(150)에서 수행될 수 있다.

[0032] 생성 과정(110)에서 사용자에 대한 3차원 심장 형상 모델이 생성되면, 모델링 장치는 3차원 심장 형상 모델을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링할 수 있다(120).

[0033] 모델링 과정(120)에서, 모델링 장치는 사용자의 심장에 대한 이종 영상들(different kinds of images) 간의 융합을 통해 경계 조건(boundary condition)을 도출하고, 경계 조건을 이용하여 모델링을 수행할 수 있다. 여기

서, 이종 영상들은 사용자의 심장에 대한 3차원적 구조 및 심장의 움직임을 파악할 수 있는 서로 다른 종류의 영상을 의미한다. 이종 영상은 예를 들어, CT 영상과 심초음파 영상일 수 있다.

[0034] 경계 조건은 서로 융합되는 2개의 서로 다른 영상들의 경계 영역 혹은 경계 지점들을 처리하는 방법에 관한 것이다. 이종 영상 간의 융합 및 이를 통한 경계 조건의 도출은 도 5를 참조하여 설명한다.

[0035] 모델링 장치는 심장 운동의 모델링의 결과로 얻은 심근의 움직임 정보를 평가(Evaluation)할 수 있다(130).

[0036] 평가 과정(130)에서, 모델링 장치는 모델링 과정(120)을 통해 얻는 심근의 움직임 정보에 대한 검증 및 평가를 수행할 수 있다. 평가 과정(130)은 심장의 물리적 특성을 반영한 파라미터 값이 해당 사용자의 심근의 움직임 정보를 제대로 반영하는지를 평가하는 것이다.

[0037] 모델링 장치는 평가 결과가 일정한 값에 수렴(converge)하는지를 판단한다(140).

[0038] 판단 과정(140)에서 평가 결과가 일정한 값에 수렴하는 것으로 판단되면, 모델링 장치는 모델링 과정(120)을 통해 얻는 심근의 움직임 정보를 이용하여 사용자의 심장 질환을 진단할 수 있다(160).

[0039] 판단 과정(140)에서 평가 결과가 일정한 값에 수렴하지 않는 것으로 판단되면, 모델링 장치는 평가 과정(130)에서의 검증 및 평가 결과를 이용하여 개인별 물리적 특성을 반영하는 파라미터를 최적화(Optimization)할 수 있다(150). 최적화 과정(150)은 예를 들어, 심초음파 영상로부터 얻은 심장의 움직임 정보 등을 이용하여 앞선 모델링 과정(110)에서 선정된 파라미터를 사용자에 맞게 최적화하는 과정으로 볼 수 있다.

[0040] 일실시예에서는 상술한 모델링 과정(120)부터 최적화 과정(150)까지를 반복하여 수행함으로써 사용자의 심장 전체에 대한 움직임 정보(예를 들어, 스트레인 분포)를 획득하여 심장 운동 이상에 따른 심장 질환의 진단에 활용할 수 있다.

[0041] 도 2는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법의 플로우 차트이다.

[0042] 도 2를 참조하면, 일실시예에 따른 모델링 장치는 사용자의 CT 영상에 기초하여 사용자에 특화된 3차원 심장 형상 모델을 생성할 수 있다(210). 3차원 심장 형상 모델은 사용자를 촬영한 2차원 영상 또는 3차원 영상에 기초하여 생성될 수 있다. 사용자를 촬영한 2차원 영상 또는 3차원 영상은 CT 영상을 포함할 수 있다. 모델링 장치가 3차원 심장 형상 모델을 생성하는 방법은 도 4를 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0043] 모델링 장치는, 단계(210)에서 생성한 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용할 수 있다(220). 단계(220)에서, 모델링 장치는 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 선정하고, 선정된 파라미터를 이용하여 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용할 수 있다. 이때, 심장 운동의 물리적 특성은 심장 근육의 섬유 방향성(fiber orientation), 심장 근육의 패시브 스트레스(passive stress), 심장 근육의 액티브 스트레스(active stress) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0044] 모델링 장치는, 동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득할 수 있다(230).

[0045] 모델링 장치는, 단계(210)에서 생성된 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 단계(230)에서 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출할 수 있다(240). 여기서, 경계 조건은 사용자의 심장 운동을 모델링 하기 위해 210에서 생성된 3차원 심장 형상 모델에 적용될 수 있다.

[0046] 모델링 장치가 사용자의 이종 영상들, 예를 들어, 3차원 심장 형상 모델과 단계 230에서 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하는 방법 및 경계 조건을 도출하는 방법은 도 5 및 도 6을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0047] 모델링 장치는, 단계(240)에서 도출된 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링할 수 있다(250).

[0048] 모델링 장치는 단계(250)에서 얻은 모델링 결과를 이용하여 심장 질환을 진단할 수 있다(260). 모델링 장치는 모델링 결과를 통해 사용자의 심근 스트레인의 분포를 얻고, 이를 이용하여 심장 진단을 수행할 수 있다. 모델링 장치가 심장 질환을 진단하는 구체적인 방법은 도 8을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0049] 도 3은 일실시예에서 모델링 하고자 하는 심장 운동의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

[0050] 도 3을 참조하면, 심장 운동에서 고려되어야 할 물리적 특성이 도시되어 있다. 심장 운동에 있어 고려해야 할

물리적 특성을 '심장 운동의 물리적 특성'이라 부를 수 있다.

[0051] 다른 장기와 달리 심장은 심근(myocardium)이라는 근육으로 이루어져 있고, 심근을 구성하는 섬유(310)의 방향성(fiber orientation)에 따라 물리적 특성이 달라질 수 있다. 특히, 심장은 좌, 우 심방 및 심실을 통해 혈액이 흘러가는 과정에서의 심근의 움직임 혹은 섬유(310)의 방향성을 파악해야 하므로 일반적인 장기와는 다르게 고려해야 할 사항들이 발생할 수 있다.

[0052] 따라서, 일실시예에서는 이러한 섬유(310)의 방향성이 고려될 수 있도록 심장을 3 개의 레이어(3-layer)로 나누고, 각 레이어에 대하여 3차원 메쉬(mesh)를 구성하여 3차원의 심장 형상을 모델링할 수 있다. 일실시예에 따라 생성되는 3차원의 심장 형상 모델은 도 4를 참조할 수 있다.

[0053] 이 밖에도, 심장 운동의 물리적 특성으로는 심근에 외력이 작용할 때 심근 내부에서 발생하는 밀거나 당기는 힘인 패시브 스트레스(passive stress)와 외력이 없이 심근 내부에서 작용하는 힘인 액티브 스트레스(active stress) 등을 일 예로 들 수 있다.

[0054] 이와 같은 심장 운동의 물리적 특성들은 파라미터화 될 수 있다. 따라서, 일실시예에서는 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 모델링 과정(110)에서 모델링된 3차원 심장 형상에 적용함으로써 심장 형상 모델에 심장의 동작 특성이 반영될 수 있도록 한다.

[0055] 도 4는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 생성되는 3차원 심장 형상 모델을 나타낸 도면이다.

[0056] 도 4를 참조하면, 일실시예에 따른 모델링 장치는 대상 장기인 심장을 2D로 촬영한 복수개의 영상을 이용하여 생성된 3D 볼륨(Volume) 형태의 의료 영상(410)을 이용하여 3차원의 심장 형상 모델(430)을 생성할 수 있다. 이때, 3D 볼륨(Volume) 형태의 의료 영상(410)은 예를 들어, 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging; MRI) 및 컴퓨터 단층 촬영(Computed Tomography; CT) 영상 등으로부터 생성될 수 있다.

[0057] 심장 형상 모델은 사용자에 대한 의료 영상(410)에서 마스킹(masking)된 심장 영역을 이용하여 사용자에 특화된 3차원 형상 모델로 생성될 수 있다. 이때, 모델링 장치는 미리 구성된 템플릿(template) 장기의 볼륨 메쉬 모델을 이용하여 사용자의 심장 형상의 특징을 반영할 수도 있다. 템플릿(template) 장기는 해당 대상 장기의 일반적인 형상의 3차원 모델이다.

[0058] 일실시예에 따른 모델링 장치는 3D 볼륨(Volume) 형태의 의료 영상(410)으로부터 표면 메쉬(surface mesh)를 구성한 후, 상술한 바와 같이 심근 섬유의 방향성이 고려될 수 있도록 심장을 안쪽 레이어(endo layer) (431), 가운데 레이어(mid layer)(433), 바깥쪽 레이어(epi layer)(435)의 3 개의 레이어(3-layer)를 가진 3차원 형상 모델로 구성할 수 있다. 이때, 3개의 레이어들을 포함하는 3차원 메쉬(3D mesh)로 구성된 심장 형상 모델(430)에서 각 레이어마다의 움직임은 서로 다를 수 있다.

[0059] 도 5는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 이용되는 이종 영상들 간의 영상 융합을 설명하기 위한 도면이다.

[0060] 도 5를 참조하면, 사용자의 심장에 대한 CT 영상(510)과 심초음파 영상(530)이 도시된다. CT 영상(510)은 사용자의 심장에 대한 3차원적인 형상은 파악할 수 있지만, 심장의 움직임을 파악할 수는 없다. 또한, 심초음파 영상(530)은 심장의 움직임은 파악할 수 있지만, 심장의 3차원적 형상을 파악할 수는 없다. 따라서, 일실시예에서는 서로 다른 이종 영상을 융합하여 경계 조건을 도출함으로써 심장의 형상상의 특징 및 움직임 상의 특징들이 모델링 시에 반영될 수 있도록 한다.

[0061] 모델링 장치는 CT 영상(510)과 심초음파 영상(530) 각각에서의 특징점(Feature point)들을 추출하고, CT 영상(510)에서의 특징점들과 심초음파 영상(530)의 특징점들을 매칭(matching)시킴으로써 CT 영상(510)과 심초음파 영상(530)을 융합할 수 있다. 모델링 장치는 심초음파 영상(530)에서 특징점들의 시간에 따른 위치 변화를 고려하여, CT 영상(510)으로부터 얻은 3차원 심장 형상 모델과 심초음파 영상의 융합을 수행할 수 있다. 모델링 장치는 융합된 3차원 심장 형상 모델과 심초음파 영상을 이용하여 변위 경계 조건을 탐색할 수 있다.

[0062] 여기서, 경계 조건은 서로 융합되는 2개의 서로 다른 영상들의 경계 영역 혹은 경계 지점들을 처리하기 위한 것이다. 경계 조건은 변위 경계 조건 및 하중 경계 조건으로 구분될 수 있다. 변위 경계 조건은 예를 들어, 심초음파 영상에서 심장의 각 특징점이 횡경막 위를 슬라이딩(sliging)하는 경우에 어떻게 움직이는지를 나타낼

수 있다. 다시 말해, 변위 경계 조건은 심근의 각 위치가 물리적으로 어떻게 변화하는지를 나타낼 수 있다. 하중 경계 조건은 심장 내부의 심근 각 부분에 가해지는 힘(혹은 압력)이다. 하중 경계 조건은 도 6의 그래프와 같이 심장이 주기적으로 운동하는 경우, 시간의 흐름에 따라 심근에 주어지는 힘의 변화로 나타낼 수 있다. 변위 경계 조건은 'Essential Boundary Condition'으로, 하중 경계 조건은 'Natural Boundary Condition'으로도 부를 수 있다.

[0063] 도 6은 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 시간의 흐름에 따라 심근에 주어지는 힘의 변화에 따른 하중 경계 조건을 나타낸 그래프이다.

[0064] 도 7은 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 방법에서 모델링의 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0065] 도 7을 참조하면, 일실시예에 따른 모델링 장치는 스페클 트래킹 에코(Speckle Tracking Echo(STE)) 기법을 이용하여 심초음파 영상으로부터 2차원 단면의 스트레인(Strain)을 얻을 수 있다. 스페클 트래킹 에코(Speckle Tracking Echo(STE)) 기법은 심초음파 영상에서의 스페클(speckle)들의 움직임을 추적함으로써 심장의 구조물들이 심장의 운동 주기 동안에 어떻게 변형되는지를 파악할 수 있도록 한다.

[0066] 이때, 2차원 단면의 스트레인(Strain)에서 길이 방향의 스트레인(Longitudinal strain)(L)(710)은 다른 방향들(반경방향(Radial)(R), 원주방향(Circumferencial))에 대한 스트레인들에 비해 비교적 정확한 값을 얻을 수 있다.

[0067] 따라서, 일실시예에서는 심근의 움직임 정보에 대한 평가 과정에서 모델링 과정을 통해 얻는 심근의 움직임 정보(길이 방향의 심근의 움직임 정보)와 길이 방향의 스트레인(Longitudinal strain)(L)(710)을 비교하여 평가를 수행할 수 있다. 이 밖에도, 모델링 장치는 심장(혹은 심근)의 특징점(feature point)으로부터 파악되는 심장 전체의 운동 정보와 심근의 움직임 정보를 비교하여 평가를 수행할 수도 있다.

[0068] 이와 같이 검증 및 평가에 활용되는 길이 방향의 스트레인(Longitudinal strain) 등을 '레퍼런스 스트레인(reference strain)'이라 부를 수 있다.

[0069] 도 8은 도 2에서 심장 운동을 모델링 하는 방법을 나타낸 플로우 차트이다.

[0070] 도 8을 참조하면, 일실시예에 따른 모델링 장치는 단계(240)에서의 모델링 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)할 수 있다(810). 심근의 움직임 정보는 심근의 스트레인(strain) 분포 및 심근의 스트레스(stress)를 포함할 수 있다.

[0071] 단계(810)에서, 모델링 장치는 레퍼런스 스트레인(reference strain)을 이용하여 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)할 수 있다. 레퍼런스 스트레인(reference strain)은 예를 들어, 2 차원 심초음파 영상로부터 얻은 심장의 움직임 정보(예를 들어, 길이 방향의 스트레인(Longitudinal strain))를 포함할 수 있다.

[0072] 모델링 장치는 단계(810)의 평가 결과를 이용하여 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 선정된 파라미터를 최적화할 수 있다(820). 여기서, 파라미터는 전술한 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터이다. 단계(820)에서, 모델링 장치는 파라미터가 레퍼런스 스트레인에 미치는 영향을 분석하고, 분석 결과를 이용하여 파라미터를 최적화할 수 있다.

[0073] 일실시예에서는 단계(240)에서의 모델링의 결과를 이용하여, 3차원 심장 형상 모델의 생성 시에 심장 운동의 물리적 특성을 적용한 파라미터가 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 최적화할 수 있다.

[0074] 모델링 장치는 단계(820)에서 최적화된 파라미터를 이용하여 심장 전체에 대한 심근의 움직임 정보의 분포를 획득할 수 있다(830).

[0075] 모델링 장치는 단계(830)에서 획득한 심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여 심장 질환을 진단할 수 있다(840).

[0076] 도 9는 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 장치의 블록도이다.

[0077] 도 9를 참조하면, 일실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 장치(이하, 모델링 장치)(900)는 적용부(910), 획득부(920), 도출부(930), 모델링부(940) 및 진단부(950)를 포함한다.

[0078] 적용부(910)는 사용자에 특화된 3차원 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용할 수 있다. 여기서, '심장 운동의 물리적 특성'은 심장 운동에 있어 고려해야 할 물리적 특성을 의미하며, 심장 근육의 섬유 방향성(fiber orientation), 심장 근육의 패시브 스트레스(passive stress), 심장 근육의 액티브 스트레스(active stress) 등을 일 예로 들 수 있다. 심장 운동의 물리적 특성은 파라미터화 될 수 있다.

[0079] 적용부(910)는 심장 운동의 물리적 특성을 반영할 수 있는 파라미터를 선정하고, 선정된 파라미터를 이용하여 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용할 수 있다.

[0080] 획득부(920)는 동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득할 수 있다.도출부(930)는 심장 운동의 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출할 수 있다. 경계 조건은 서로 융합되는 2개의 서로 다른 영상들의 경계 영역 혹은 경계 지점들을 처리하는 방법에 관한 것이다. 경계 조건은 변위 경계 조건 및 하중 경계 조건으로 구분될 수 있다. 변위 경계 조건은 예를 들어, 심초음파 영상에서 심장의 각 특징점이 횡경막 위를 슬라이딩(sliding)하는 경우에 어떻게 움직이는지, 다시 말해, 심근의 각 위치가 물리적으로 어떻게 변화하는지를 나타내는 변위에 대한 경계 조건이고, 하중 경계 조건은 심장 내부의 심근 각 부분에 가해지는 힘에 대한 경계 조건이다.

[0081] 모델링부(940)는 도출부(930)에서 도출된 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링 할 수 있다.

[0082] 진단부(95)는 모델링부(940)의 모델링의 결과를 이용하여 심장 질환을 진단할 수 있다. 진단부(940)가 모델링 결과를 이용하여 심장 질환을 진단하는 구체적인 방법은 전술한 도 8의 설명을 참조한다.

[0083] 도 10은 다른 실시예에 따른 심장 운동을 모델링 하는 장치의 블록도이다.

[0084] 도 10을 참조하면, 일실시예에 따른 모델링 장치(1000)는 생성부(1010), 적용부(1020), 획득부(1030), 도출부(1040), 모델링부(1050), 및 진단부(1060)를 포함한다.

[0085] 생성부(1010)는, 사용자의 CT 영상에 기초하여 사용자에 특화된 3차원 심장 형상 모델을 생성할 수 있다.

[0086] 적용부(1020)는, 생성부(1010)에서 생성된, 사용자에 특화된 심장 형상 모델에 심장 운동의 물리적 특성을 적용할 수 있다.

[0087] 획득부(1030)는 동적인 영상의 취득을 위하여 시간 변화에 따른 복수 개의 심초음파 영상들을 획득할 수 있다.

[0088] 도출부(1040)는 심장 운동의 물리적 특성이 적용된 3차원 심장 형상 모델과 획득된 복수 개의 심초음파 영상들을 융합하여 경계 조건(boundary condition)을 도출할 수 있다.

[0089] 도출부(1040)는, 사용자의 3차원 심장 형상 모델과 사용자의 심초음파 영상을 융합하는 융합부(1045)를 포함할 수 있다. 융합부(1045)는 사용자의 심초음파 영상에서 특징점(Feature point)의 시간에 따른 위치 변화를 고려하여, 3차원 심장 형상 모델과 심초음파 영상을 융합할 수 있다.

[0090] 모델링부(1050)는 도출부(1040)에서 도출된 경계 조건을 이용하여 사용자의 심장 운동을 모델링 할 수 있다.

[0091] 진단부(1060)는 모델링부(1050)의 모델링의 결과를 이용하여 심장 질환을 진단할 수 있다. 진단부(1060)는 평가부(1061), 최적화부(1062) 및 획득부(1063)를 포함할 수 있다.

[0092] 평가부(1061)는 모델링부(1040)의 모델링 결과로 획득한 심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)할 수 있다. 진단부(1060)는 평가부(1061)의 평가 결과를 이용하여, 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 파라미터를 최적화할 수 있다.

[0093] 최적화부(1062)는 모델링부(1050)의 모델링의 결과를 이용하여, 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 파라미터를 최적화할 수 있다. 최적화부(1062)는 모델링의 결과에 따라 주요 파라미터들의 민감도(sensitivity)를 분석하여 파라미터들을 갱신(update)함으로서 파라미터가 사용자의 심장 운동의 물리적 특성을 반영하도록 최적화할 수 있다.

[0094] 획득부(1063)는 최적화부(1062)에서 최적화된 주요 파라미터를 이용하여 사용자의 심장 전체에 대한 심근의 움

직임 정보의 분포를 획득할 수 있다. 진단부(1050)는 심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여 심장 질환을 진단할 수 있다.

[0095] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0096] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0097] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0098] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0099] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0100] 900: 모델링 장치

910: 적용부

920: 획득부

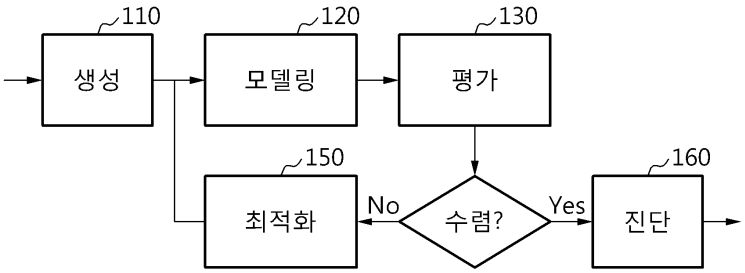
930: 도출부

940: 모델링부

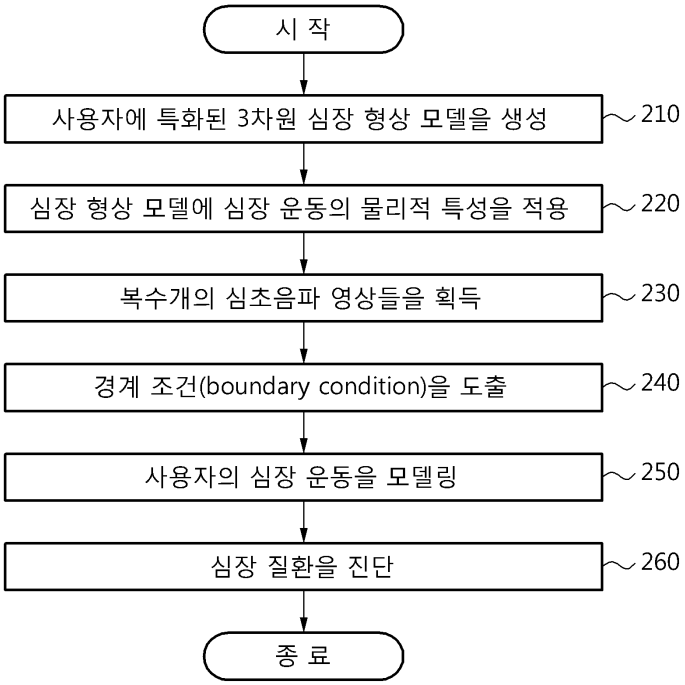
950: 진단부

도면

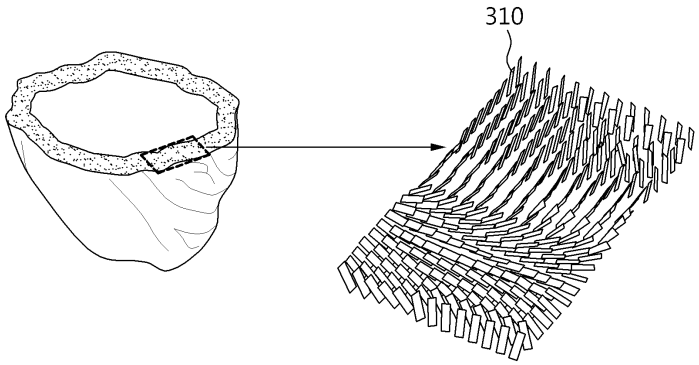
도면1



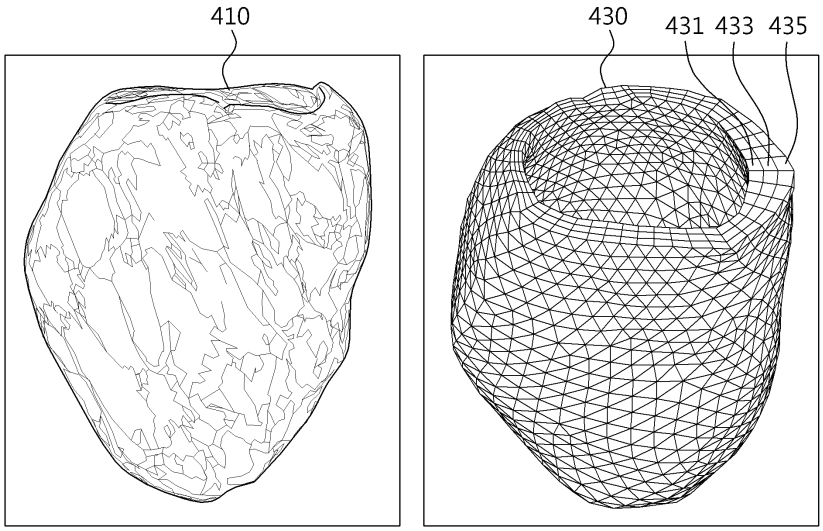
도면2



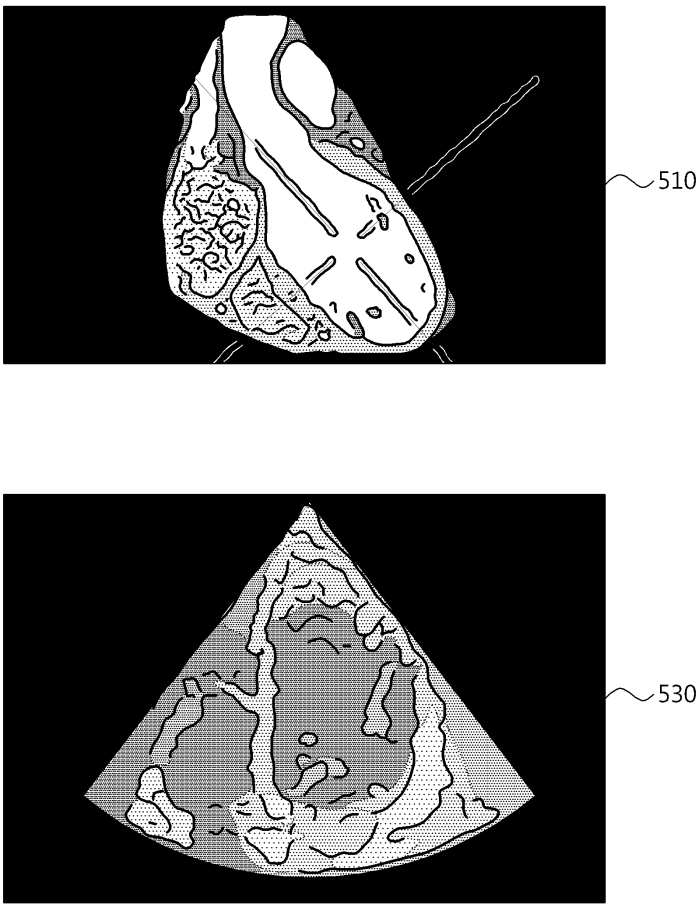
도면3



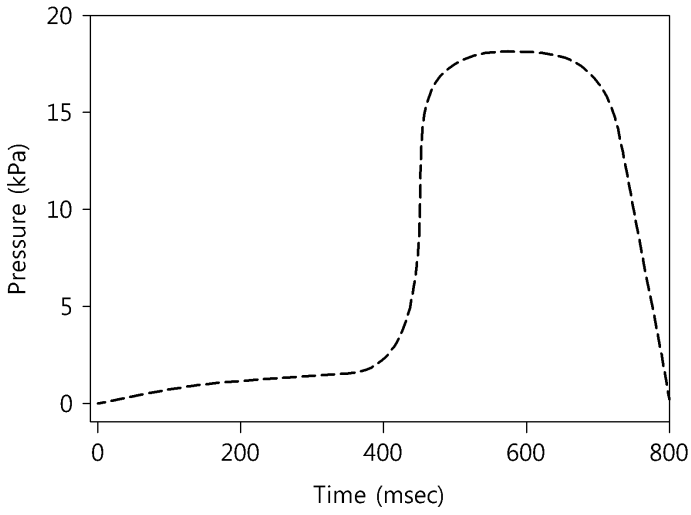
도면4



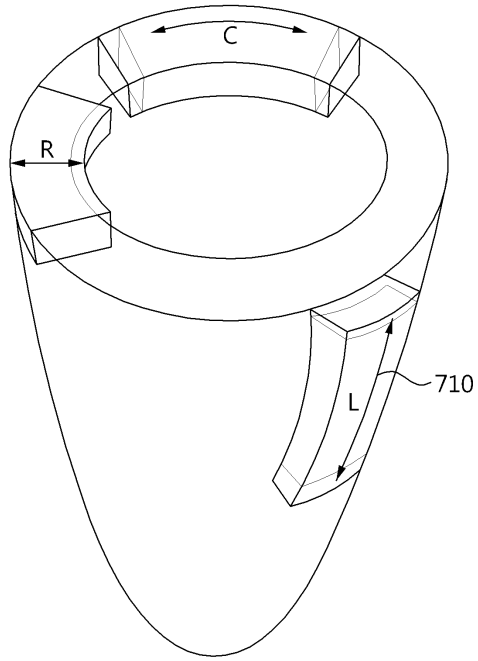
도면5



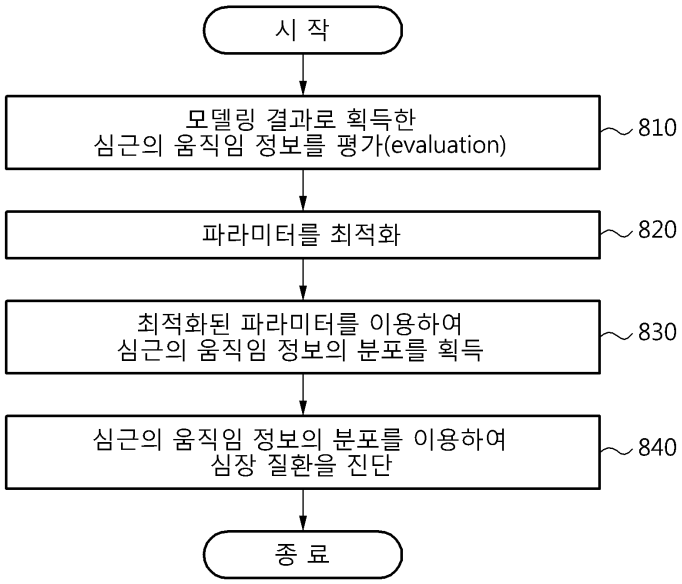
도면6



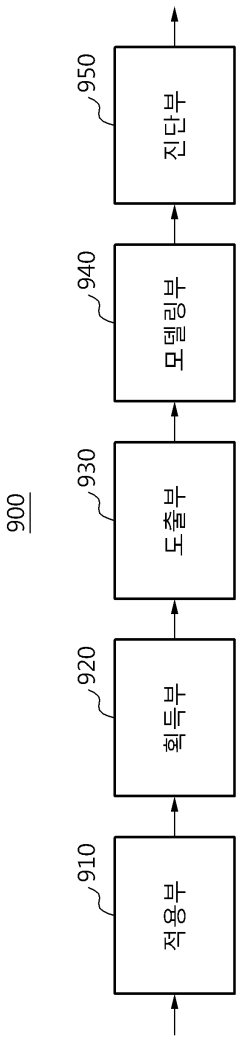
도면7


C
R
L
710

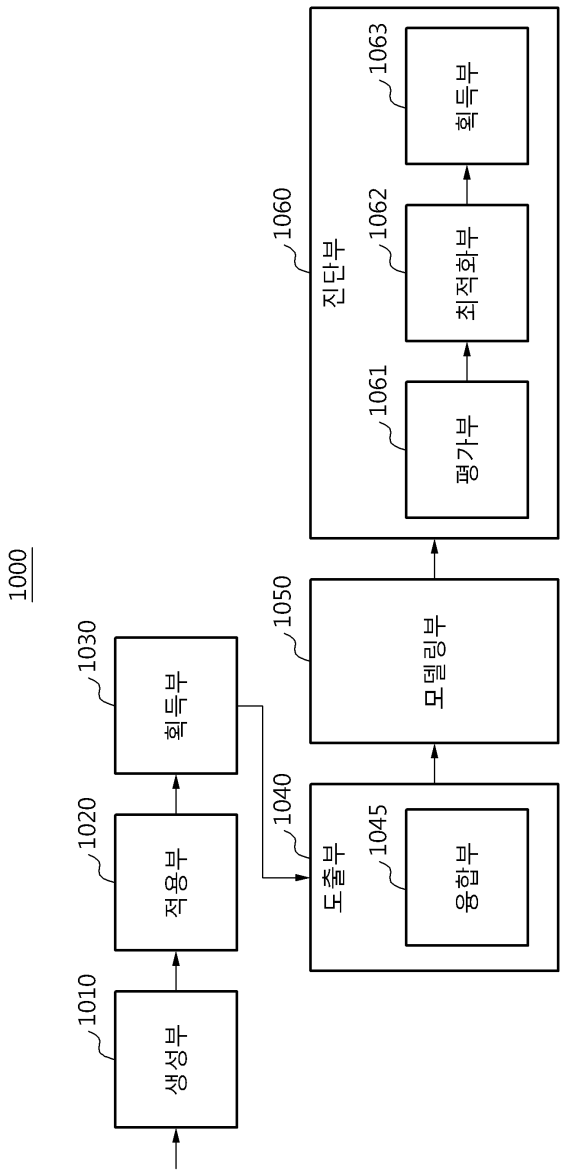
도면8


시 작
모델링 결과로 획득한
심근의 움직임 정보를 평가(evaluation)
810
파라미터를 최적화
820
최적화된 파라미터를 이용하여
심근의 움직임 정보의 분포를 획득
830
심근의 움직임 정보의 분포를 이용하여
심장 질환을 진단
840
종 료

도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 16

【변경전】

제1항 내지 제4항 및 제6항 내지 제15항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

【변경후】

제1항, 제3항 내지 제4항 및 제6항 내지 제15항 중에서 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.