



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0076377
(43) 공개일자 2011년07월06일

(51) Int. Cl.

A61N 7/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0133072

(22) 출원일자 2009년12월29일

심사청구일자 2009년12월29일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

송대경

서울특별시 서초구 잠원동 157 동아아파트
105-1403

유양모

경기도 김포시 풍무동 유현마을 신동아아파트 10
9동 1205호

송재희

서울특별시 서대문구 창천동 99-43번지 204호

(74) 대리인

특허법인충현

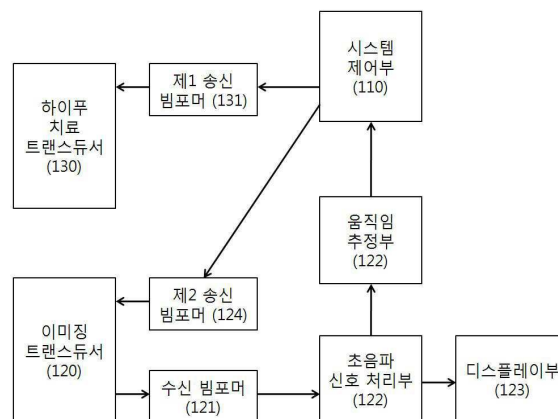
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치, 그 방법 및 기록 매체

(57) 요약

모델링을 이용한 하이푸 치료 장치, 그 방법 및 기록 매체가 개시된다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치는 환자의 환부의 초음파 이미지를 생성하는 초음파 신호 처리부; 상기 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하고, 상기 움직임 벡터에 기반하여 움직임 모델을 결정하는 움직임 추정부; 및 시술 직전에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터와 상기 움직임 모델을 비교하여 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하고, 상기 움직임 모델에 기반한 시간마다, 상기 움직임 모델에 따른 예측 움직임을 따라가도록 치료용 초음파를 송신한 후에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터를 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 시스템 제어부를 포함한다. 본 발명의 실시 예들에 의하면, 움직임 모델을 이용하여 움직임을 예측하여 실시간으로 유도 영상을 얻을 수 없는 경우에도 오차를 최소화하여 정확한 위치에 에너지를 집속할 수 있으므로 시술의 유효성이 향상된다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

환자의 환부의 초음파 이미지를 생성하는 초음파 신호 처리부;

상기 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하고, 상기 움직임 벡터에 기반하여 움직임 모델을 결정하는 움직임 추정부; 및

시술 직전에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터와 상기 움직임 모델을 비교하여 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하고, 상기 움직임 모델에 기반한 시간마다, 상기 움직임 모델에 따른 예측 움직임을 따라가도록 치료용 초음파를 송신한 후에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터를 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 시스템 제어부를 포함하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 시스템 제어부는

상기 치료용 초음파를 송신한 후에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터와 상기 움직임 모델이 일치하지 않는 경우, 이후의 치료용 초음파 송신을 중단하고 상기 움직임 모델을 갱신하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 환부에 에너지를 집속하기 위한 상기 치료용 초음파를 송신하는 하이푸 치료 트랜스듀서를 더 포함하고,

상기 시스템 제어부는

상기 시술후 환부의 초음파 이미지를 획득하기 위해 상기 하이푸 치료 트랜스듀서의 동작을 정지시키는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 환부에 에너지를 집속하기 위한 상기 치료용 초음파를 송신하는 하이푸 치료 트랜스듀서; 및

상기 예측 움직임에 따라 상기 하이푸 치료 트랜스듀서의 초점을 보상하는 제1 송신 빔포머를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 환부에 이미지를 얻기 위한 초음파를 송신하는 이미징 트랜스듀서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 이미징 트랜스듀서의 초음파가 상기 환부를 향하도록 초점을 보상하는 제2 송신 빔포머; 및

상기 환부에 반사되어 돌아오는 초음파를 수신하기 위해 상기 이미징 트랜스듀서의 초점을 보상하는 수신 빔포머를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 신호 처리부에서 생성된 상기 초음파 이미지를 화면에 표시하는 디스플레이부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치.

청구항 8

환자의 환부의 운동 주기마다 상기 환부의 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하며, 상기 움직임 벡터에 기반하여 움직임 모델을 결정하는 단계;

상기 환부의 현재 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터와 상기 움직임 모델을 비교하여 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하는 단계; 및

상기 움직임 모델에 기반한 시간마다, 상기 움직임 모델에 따른 예측 움직임을 따라가도록 치료용 초음파를 송신하고 시술후 환부의 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하여 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 단계

를 포함하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 환부의 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터와 상기 움직임 모델이 일치하지 않는 경우, 이후의 치료용 초음파 송신을 중단하고 상기 움직임 모델을 갱신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 움직임 벡터를 산출하여 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 단계는

상기 시술후 환부의 초음파 이미지를 획득하기 위해 하이푸 치료 트랜스듀서의 동작을 정지시키고, 이미징 트랜스듀서를 동작시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 움직임 벡터를 산출하여 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 단계는

상기 치료용 초음파를 송신하기 위해 상기 예측 움직임에 따라 하이푸 치료 트랜스듀서의 초점을 보상하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법.

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터 시스템에서 실행하기 위한 프로그램이 기록된, 컴퓨터 시스템이 판독할 수 있는 기록매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파 치료 장치에 관한 것으로, 특히, 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치, 그 방법 및 기록 매체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 초음파 치료의 사용범위가 점점 넓어지고 있다. 인체 조직은 그 부위의 온도가 섭씨 60~85 도일 때 괴사된다는 것이 알려져 있다. 이런 현상을 이용하여 고강도 집속 초음파(High Intensity Focused Ultrasound; HIFU) 치료는 초음파 에너지를 한 지점(초점)에 집속하여 암 조직을 열(Thermal Coagulation) 및 기계적인 에너

지(Cavitation)로 괴사시키는 기술이다. 초음파 치료의 발전과 함께, 특정의 초음파 치료, 특히 HIFU는 많은 종류의 질병, 특히 종양(Tumor)을 효과적으로 치료하기 위하여 데미징 도스(Damaging dose)에 적용된다.

[0003] 종래의 외과수술 및 화학적인 치료(Chemotherapy)와 비교하여서, HIFU 치료는 환자의 외상을 덜 손상시키고 비침입성 치료(Non-invasive treatment)를 실현시킬 수 있다. 따라서, 이것의 임상 적용은 빠르게 발전되고 있다. 이러한 징후는 간암(Liver cancer), 뼈 육종(Bone sarcoma), 유방암(Breast cancer), 췌장암(Pancreas cancer), 신장암(Kidney cancer), 연조직의 종양(Soft tissue tumor) 및 골반 종양(Pelvic tumor)을 포함한다.

[0004] 초음파 종양 치료 장치는 일반적으로 구형 집속(Sphere focusing)을 채택한다. 모든 점으로부터 발산되는 초음파는 구형의 중심으로 향하고, 집속된 초음파로 된다. 초음파 치료 장치상의 발산기(Emitter)는 몸체의 외부로부터 몸체의 내부로 초음파를 발산하고, 이것은 방출 및 전송 동안에 집속되어서 고에너지 집속점을 형성한다. 따라서, 고강도 및 연속적인 초음파 에너지는 환자(Subject)의 타겟 영역(Target region)에 적용된다.

[0005] 집속점에서 발생하는 과도한 고온의 효과($65\sim 100^{\circ}\text{C}$), 캐비테이션 효과(Cavitation effect), 기계적인 효과 및 음파-화학적인 효과는 병든 조직의 응고성 괴사(Coagulative necrosis)를 선택적으로 발생시키고, 또한 종양의 증식(Proliferation), 침입(Invasion) 및 전이(Metastasis)를 못하게 하기 위하여 사용된다.

[0006] HIFU 치료를 적용하는 동안에, 집속점의 정확하고 안전하며 그리고 효과적인 국소화(Localization)는 성공적인 치료(Treatment)를 위하여 필수적이며, 또한 타겟(Target)을 위치시키기 위한 작동의 편리성을 더욱더 향상시킬 필요가 있다. 즉, 치료 부위가 간, 췌장과 같은 상복부(Abdomen) 장기일 경우 환자의 호흡에 의해 장기의 움직임이 발생하여 초점과 치료 부위에 오차를 유발한다. 이는 유도 영상을 얻는 시점과 하이푸 송신 시점 사이에 시간의 차이에 기인한다. 그 결과, 환부에 초음파 에너지가 효과적으로 전달되지 않을 뿐만 아니라, 환부 주위의 중요 혈관과 다른 장기가 손상을 입을 수 있다.

[0007] 따라서 HIFU 기술의 유효성(Efficacy)을 향상시키고 안전성을 확보하기 위해 치료 부위에 대한 움직임 추정(Motion Tracking) 및 보정 기술은 HIFU 시스템에 반드시 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 첫 번째 기술적 과제는 HIFU 기술에서 정확한 위치에 에너지를 집속하여 기술의 유효성을 향상시킬 수 있는 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치를 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 두 번째 기술적 과제는 상기의 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치에 적용되는 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법을 제공하는 데 있다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 세 번째 기술적 과제는 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치는 환자의 환부의 초음파 이미지를 생성하는 초음파 신호 처리부; 상기 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하고, 상기 움직임 벡터에 기반하여 움직임 모델을 결정하는 움직임 추정부; 및 시술 직전에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터와 상기 움직임 모델을 비교하여 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하고, 상기 움직임 모델에 기반한 시간마다, 상기 움직임 모델에 따른 예측 움직임을 따라가도록 치료용 초음파를 송신한 후에 상기 움직임 추정부에서 산출된 움직임 벡터를 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 시스템 제어부를 포함한다.

[0012] 본 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법은 환자의 환부의 운동 주기마다 상기 환부의 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하며, 상기 움직임 벡터에 기반하여 움직임 모델을 결정하는 단계; 상기 환부의 현재 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터와 상기 움직임 모델을 비교하여 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하는 단계; 및 상기 움직임 모델에 기반한 시간마다, 상기 움직임 모델에 따른 예측 움직임을 따라가도록 치료용 초음파를 송신하고 시술후 환부의 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출하여 상기 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복하는 단계를 포함한다.

효과

[0013] 본 발명의 실시 예들에 의하면, 움직임 모델을 이용하여 움직임을 예측하여 실시간으로 유도 영상을 얻을 수 없는 경우에도 오차를 최소화하여 정확한 위치에 에너지를 집속할 수 있으므로 기술의 유효성이 향상된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 설명하기로 한다. 그러나 다음에 예시하는 본 발명의 실시 예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

[0015] 본 발명의 실시 예들은 HIFU(이하 '하이푸') 기술의 유효성(Efficacy)을 향상시키고 안전성을 확보하기 위한 치료 부위에 대한 움직임 추정 및 보정 기술을 제공한다.

[0016] 안전하고 효율적으로 하이푸 기술을 감시(Monitor)하기 위해 환부의 움직임을 측정하는 방법과 온도 변화를 측정하는 방법이 사용될 수 있다. MRI(Magnetic Resonance Imaging)는 하이푸에 의한 조직의 온도 변화를 정확히 측정할 수 있고 조직 대조도와 해상도가 매우 높은 2D/3D 영상을 구성할 수 있지만 영상 획득에 필요한 시간이 길어 하이푸 시스템과 함께 실시간적으로 동작할 수 없다. 반면, 초음파를 이용하면 하이푸 기술 중 실시간으로 2D/3D 영상을 획득할 수 있으므로 움직임을 측정할 수 있다. 환부의 움직임이 3차원 공간상의 모든 방향으로 발생하기 때문에 실시간으로 3D 입체 영상을 구현할 수 있는 초음파 시스템이 유리하다.

[0017] 시술 전 치료 부위에 대한 초음파 2D/3D 영상을 획득한 후, 신호 및 영상 처리 기법을 이용하여 호흡에 의한 움직임의 패턴을 추정한다. 추정된 패턴을 이용하여 하이푸 시술 전 치료 계획을 설정하여 하이푸 시술 시에 치료 트랜스듀서(Therapy Transducer)의 초점을 자동으로 보상하여 하이푸 기술의 유효성과 안전성을 향상시킨다. 또한, 시술 중 얻은 초음파 2D/3D 영상으로부터 현재의 움직임이 추정된 패턴을 따르는지 판단하여 시술 지속 또는 중단을 판단하게 된다.

[0018] 본 발명은 하이푸 기술을 받는 환자의 호흡이 일정한 패턴을 가진다는 것을 가정한다. 즉, 시술 전/후의 움직임이 일정하기 때문에 시술 전 검출된 움직임 패턴(Motion Vector)으로부터 시술 중 환부의 움직임을 예측할 수 있다.

[0019] 도 1a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치의 블록도이다.

[0020] 시스템 제어부(110)는 움직임 추정부(122)에서 결정된 움직임 모델을 이용하여 트랜스듀서들(120, 130)의 동작을 제어한다. 시스템 제어부(110)는 시술 직전에 움직임 추정부(123)에서 산출되는 움직임 벡터와 앞서 결정된 움직임 모델을 비교하여 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화한다. 이후, 시스템 제어부(110)는 움직임 모델에 기반한 시간마다, 움직임 모델에 따른 예측 움직임을 따라가도록 하이푸 치료 트랜스듀서(130)를 제어하여 치료용 초음파를 송신한 후에 움직임 추정부(123)에서 산출된 움직임 벡터를 움직임 모델과 비교하는 동작을 반복한다. 시스템 제어부(110)는 시술후 환부의 초음파 이미지를 획득하는 동작을 위해서는 하이푸 치료 트랜스듀서(130)의 동작을 정지시킨다. 시스템 제어부(110)는 치료용 초음파를 송신한 후에 움직임 추정부(123)에서 산출되는 움직임 벡터와 움직임 모델이 일치하지 않는 경우, 이후의 치료용 초음파 송신을 중단하고 움직임 모델을 갱신한다.

[0021] 이미징 트랜스듀서(120)는 이미지를 얻기 위한 초음파를 환부에 송신한다.

[0022] 수신 빔포머(121)는 환부에 반사되어 돌아오는 초음파를 수신하기 위해 이미징 트랜스듀서(120)의 초점을 보상한다.

[0023] 초음파 신호 처리부(122)는 환자의 환부의 초음파 이미지를 생성한다. 초음파 신호 처리부(122)는 환부가 움직이는 연속적인 이미지를 생성하기 위해 동영상 코덱을 사용할 수 있다.

[0024] 움직임 추정부(Motion Estimation Portion, 123)는 초음파 영상(또는 연속적인 이미지)으로부터 움직임 패턴을 검출한다. 움직임 추정부(123)는 초음파 신호 처리부(122)에서 생성되는 초음파 이미지에 기반한 움직임 벡터를 산출한다. 움직임 벡터를 산출하기 위해 움직임 추정부(123)에는 다양한 영상 처리 기법이 적용될 수 있다. 움직임 추정부(123)는 산출되는 움직임 벡터에 기반하여 움직임 모델을 결정한다.

[0025] 제2 송신 빔포머(124)는 이미징 트랜스듀서(120)의 초음파가 환부를 향하도록 초점을 보상한다.

[0026] 디스플레이부(129)는 초음파 신호 처리부(122)에서 생성된 초음파 이미지를 화면에 표시한다.

[0027] 하이푸 치료 트랜스듀서(130)는 환부에 에너지를 집속하기 위한 치료용 초음파를 송신한다.

- [0028] 제1 송신 빔포머(131)는 움직임 모델에 따라 예측되는 예측 움직임에 따라 치료용 초음파가 송신되도록 하이푸 치료 트랜스듀서(130)의 초점을 보상한다.
- [0029] 본 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법은 움직임 모델 결정 단계, 동기화 단계, 움직임 모델을 트래킹하면서 치료 중단 여부를 결정하는 단계로 구성된다.
- [0030] 도 1b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치의 블록도이다.
- [0031] 도 1b의 실시 예는 도 1a의 이미징 트랜스듀서(120)와 하이푸 치료 트랜스듀서(130)를 하나의 트랜스듀서로 통합한 예를 보여준다. 하이푸 치료, 이미징 통합 트랜스듀서(140)는 이미지를 얻기 위한 초음파를 환부에 송신하거나 환부에 에너지를 집속하기 위한 치료용 초음파를 송신한다.
- [0032] 수신 빔포머(121)는 환부에 반사되어 돌아오는 초음파를 수신하기 위해 하이푸 치료, 이미징 통합 트랜스듀서(140)의 초점을 보상한다.
- [0033] 송신 빔포머(142)는 움직임 모델에 따라 예측되는 예측 움직임에 따라 치료용 초음파가 송신되도록 하이푸 치료, 이미징 통합 트랜스듀서(140)의 초점을 보상한다. 또한, 송신 빔포머(142)는 환부의 이미지를 얻기 위해 하이푸 치료, 이미징 통합 트랜스듀서(140)의 초음파가 환부를 향하도록 초점을 보상한다.
- [0034] 도 2는 움직임 모델 결정 단계의 상세 흐름도이다.
- [0035] 본 발명의 일 실시 예에 사용되는 움직임 추정 기법은 추정된 움직임 벡터(Motion Vector)를 기반으로 움직임 모델(Motion Model)을 구성하는 것이다. 먼저, 환자의 호흡 주기 동안 환부에 대한 초음파 영상을 획득하고(S211), 획득한 초음파 영상에 BMA(Block Matching Algorithm)를 사용하여 프레임간의 움직임 벡터를 검출한다(S212). 이때, ES(Exhaustive Search), BS(Binary Search), TSS(Three Step Search) 등의 다양한 BMA 기법들이 사용될 수 있다. 또한 환부가 탄성을 갖는 움직임을 보이는 경우 BMA 기법 외에 연식의 가변 움직임 분석(Nonrigid, Deformable Motion Analysis) 등의 기법이 사용될 수 있다.
- [0036] 다음, 환자의 다음 호흡 주기 동안 환부에 대한 초음파 영상을 획득하고 움직임 벡터를 검출한다(S221). 이때, 추정된 움직임 벡터와 그 다음 호흡 주기로부터 추정된 움직임 벡터를 비교하여(S222) 정확도가 제1임계값(임의로 정해지는 정확도 값) 이하이면(S231), 위의 과정을 반복한다.
- [0037] 반면, 정확도가 제1임계값 초과인 경우 즉, 움직임 벡터간 상관도가 일정 수준 이상인 경우(S231) 첫번째 구해진 움직임 벡터와 상관도가 높은 움직임 벡터들을 누적하는 위의 과정을 일련의 호흡 주기(제2임계값) 동안 반복한다(S232).
- [0038] 그 결과 얻은 움직임 벡터들을 시간에 따라 구성함으로써 신뢰성 있는 움직임 모델을 만들 수 있다(S240).
- [0039] 도 3은 BMA를 통한 움직임 벡터 검출 과정을 예시한 것이다.
- [0040] 영상 처리 기법을 이용하여 초음파 이미지상의 특정 블록이 검색 윈도우(Search Window) 상에서 움직이는 거리 및 방향을 움직임 벡터로 산출할 수 있다.
- [0041] 도 4는 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하는 단계의 상세 흐름도이다.
- [0042] 하이푸 시술에 움직임 모델을 이용하기 위해 하이푸 신호의 송신과 움직임 모델의 동기를 일치시키는 과정이 필요하다. 먼저, 일련의 초음파 영상을 얻어(S451) 움직임 벡터를 획득한 후(S452) 움직임 모델과 비교하여 벡터 값이 일치하는 구간을 찾는다(S453). 일치하는 구간이 찾아질 경우 치료 준비 단계에서 만든 시간 지연(Time Delay) 값을 따라 예상되는 환부의 위치에 하이푸를 송신하기 시작한다(S460). 일치하는 구간을 찾을 수 없을 경우(S453) 시술 준비 단계의 처음으로 돌아가 움직임 모델을 갱신한다(S454).
- [0043] 앞에서는 시간 지연값을 이용하여 초음파 초점을 보상(Focusing Compensation)하는 것을 전제로 하였지만, 본 발명의 범위가 여기에 한정되는 것은 아니다. 즉, 하이푸 트랜스듀서는 기계적 또는 전기적인 조정을 통해 초점의 위치를 편향시킬 수 있다. 현재 널리 사용되고 있는 단채널 하이푸 트랜스듀서의 경우 트랜스듀서의 표면으로부터 일정 거리에 초점의 위치가 고정되어 있기 때문에 초점 보상을 위해서는 모터의 구동을 통해 트랜스듀서의 위치를 기계적으로 변화시킬 필요가 있다. 그리고 다채널 하이푸 트랜스듀서의 경우 각 소자(Element)에 가해지는 시간 지연 값을 조정하여 트랜스듀서의 위치 변화 없이도 원하는 지점에 초점을 위치시킬 수 있다. 따라서 BMA를 이용하여 얻은 움직임 모델을 통해 시간에 따른 환부의 위치 변화를 예상할 수 있으므로 모터의 구동 또는 시간 지연 값의 조정을 통하여 하이푸 초점의 위치를 자동으로 보상할 수 있다.

- [0044] 도 5는 움직임 모델을 트래킹하면서 치료 중단 여부를 결정하는 단계의 상세 흐름도이다.
- [0045] 도 5의 실시 예에는 실시간 움직임 추적(Real-time Motion Tracking) 기법이 적용된다. 도 5에서는 하이푸 송신 중단 이후의 특정 시간 즉, 이미징 듀티 사이클(Imaging Duty Cycle) 동안 얻은 2D/3D 영상으로부터 움직임 벡터를 추정한다. 추정된 벡터를 모델의 벡터와 비교함으로써 예상된 움직임인지를 판단할 수 있다.
- [0046] 먼저, 앞서 결정된 움직임 모델에 따라 초점을 보상하면서 치료용 초음파인 하이푸를 송신한다(S570). 이 과정(S570)은 움직임 모델에 의해 예측된 일정 시간 동안 이루어진다.
- [0047] 이후, 환부로부터 초음파 영상을 획득하고(S581), 프레임간 비교를 통해 움직임 벡터를 추정한다(S582). 이때 추정된 움직임 벡터가 움직임 모델을 트래킹하는 것으로 판단되면 치료 완료 여부를 판단하면서(S599) 하이푸의 재송신 여부를 결정한다. 하이푸의 재송신이 필요하면, 상술한 과정(S570-S583)을 반복한다.
- [0048] 한편, 치료용 초음파인 하이푸의 송신 직후에 추정된 움직임 벡터가 움직임 모델에서 벗어나는 것으로 판단되면 이후의 하이푸 송신은 중지/중단하고(S591), 움직임 모델을 갱신한 후 치료 과정(S570-S583)을 속행한다.
- [0049] 도 6은 치료용 초음파와 이미징용 초음파의 송신 시간을 구분한 예를 보여준다.
- [0050] 일반적인 하이푸 기술은 하이푸와 유도 영상이 각각의 듀티 사이클(Duty Cycle)을 가지고 있어 하이푸 송신 중에는 실시간으로 치료 부위를 관찰할 수 없다는 제약이 있다. 도 6에서는 실시간 움직임 추적을 위한 영상은 강한 하이푸 신호의 간섭을 회피하기 위하여 이미징 듀티 사이클에서만 획득할 수 있다. 이 때문에 하이푸 듀티 사이클에서의 움직임은 실시간으로 추적할 수 없다. 이와 같이 각각의 듀티 사이클이 구분되어 있는 조건에서 실시간으로 움직임 추적을 하면서 하이푸 기술을 하기 위해 움직임 모델을 이용한다. 즉, 움직임 모델에 근거하여 하이푸 듀티 사이클 동안은 움직임을 예측하면서 치료용 초음파를 송신한 후, 이미징 듀티 사이클에 영상을 획득한 후 분석하여 움직임이 모델을 따르는지 판단하는 것이다. 만일, 하이푸 듀티 사이클 동안 예상 외 움직임이 발생해 다른 장치에 하이푸 에너지가 집속이 되어도 하이푸 듀티 사이클의 시간이 길지 않기 때문에 인체에 치명적인 손상을 입히지는 않는다.
- [0051] 도 7은 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법을 활용한 하이푸 기술 과정의 예를 보여준다.
- [0052] 먼저, 움직임 모델을 결정하는 단계('Set up motion model'로 표시된 구간)를 수행한다. 즉, 기술 전 환부의 2D/3D 초음파 영상을 획득한 후 움직임 패턴을 검출하여 하이푸 초점을 보상할 수 있도록 움직임 패턴에 따른 시간 지연을 계산한다.
- [0053] 그리고 환부의 위치와 하이푸 초점의 위치를 동기화한 후('Sync'로 표시된 구간), 기술을 시작한다.
- [0054] 기술 중, 하이푸 치료 트랜스듀서의 동작('HIFU'로 표시된 구간)이 중지된 후, 환부의 움직임이 패턴을 따르지를 관찰하기 위해 주기적으로 초음파 영상을 획득, 분석('US'로 표시된 구간)하여 기술의 중단 또는 지속을 결정한다.
- [0055] 본 발명은 소프트웨어를 통해 실행될 수 있다. 소프트웨어로 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다.
- [0056] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, DVD±ROM, DVD-RAM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크(Hard Disk), 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0057] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시 예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그리고, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위 내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

산업이용 가능성

- [0058] 본 발명은 초음파 치료 장치에 관한 것으로, 특히, 모델링을 이용하는 하이푸 치료 장치, 그 방법을 기록한 기

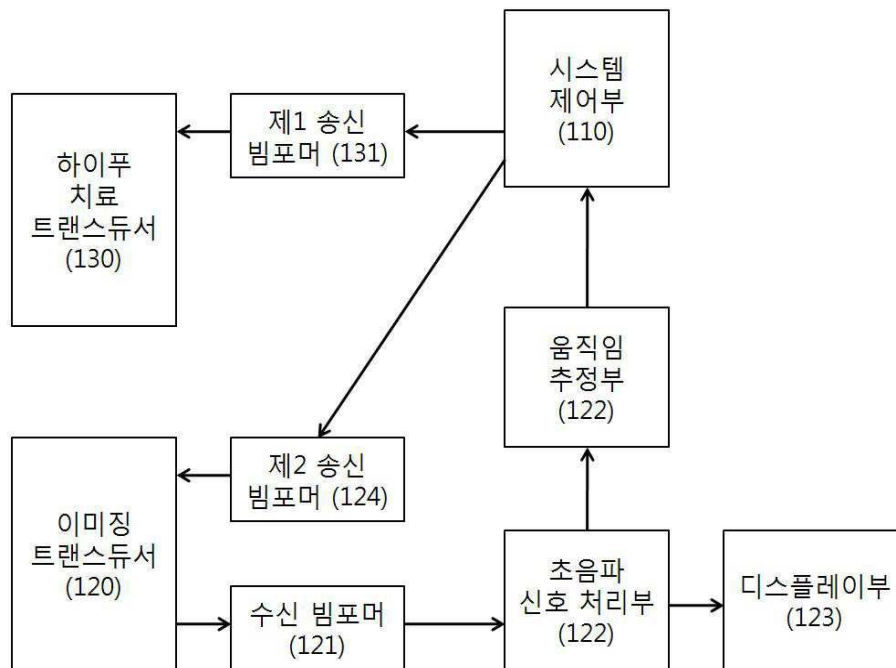
록 매체 등에 적용된다.

도면의 간단한 설명

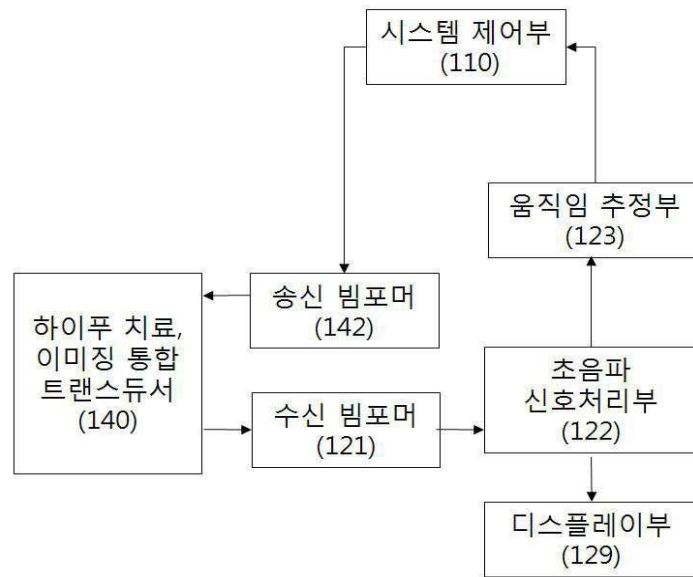
- [0059] 도 1a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치의 블록도이다.
- [0060] 도 1b는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 장치의 블록도이다.
- [0061] 도 2는 움직임 모델 결정 단계의 상세 흐름도이다.
- [0062] 도 3은 BMA를 통한 움직임 벡터 검출 과정을 예시한 것이다.
- [0063] 도 4는 치료용 초음파 송신 타이밍을 동기화하는 단계의 상세 흐름도이다.
- [0064] 도 5는 움직임 모델을 트래킹하면서 치료 중단 여부를 결정하는 단계의 상세 흐름도이다.
- [0065] 도 6은 치료용 초음파와 이미징용 초음파의 송신 시간을 구분한 예를 보여준다.
- [0066] 도 7은 발명의 일 실시 예에 따른 모델링을 이용한 하이푸 치료 방법을 활용한 하이푸 시술 과정의 예를 보여준다.

도면

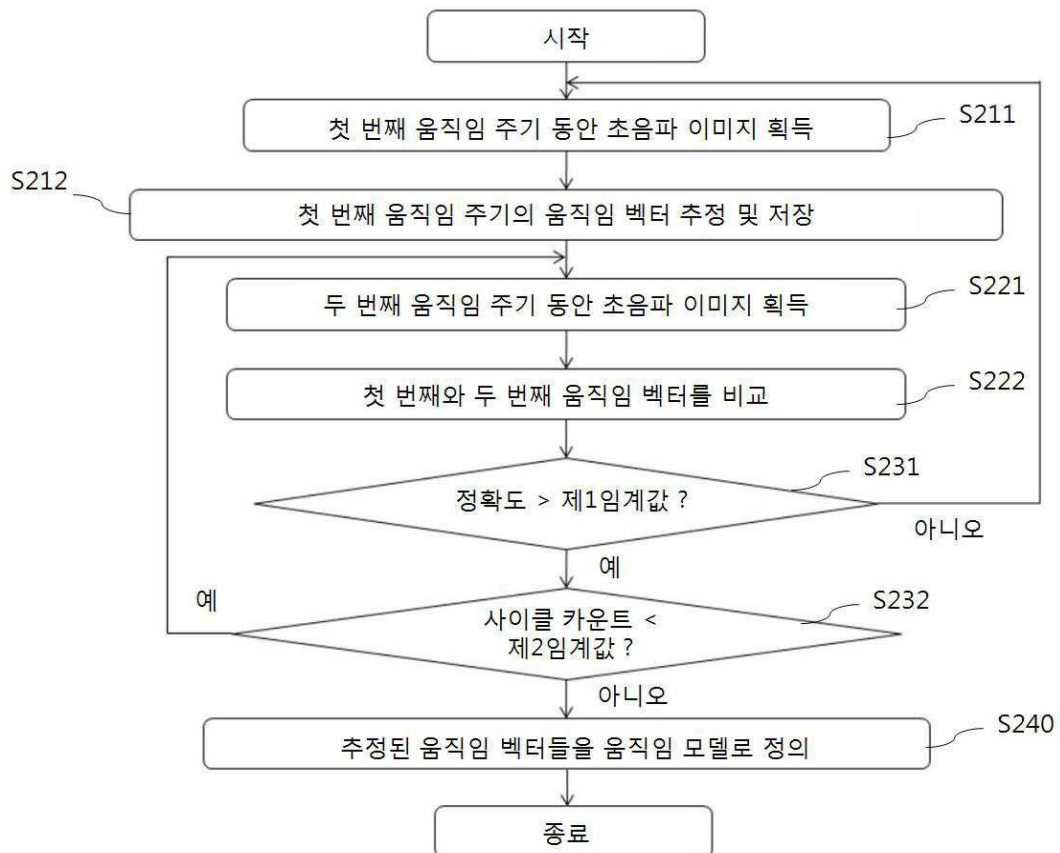
도면1a



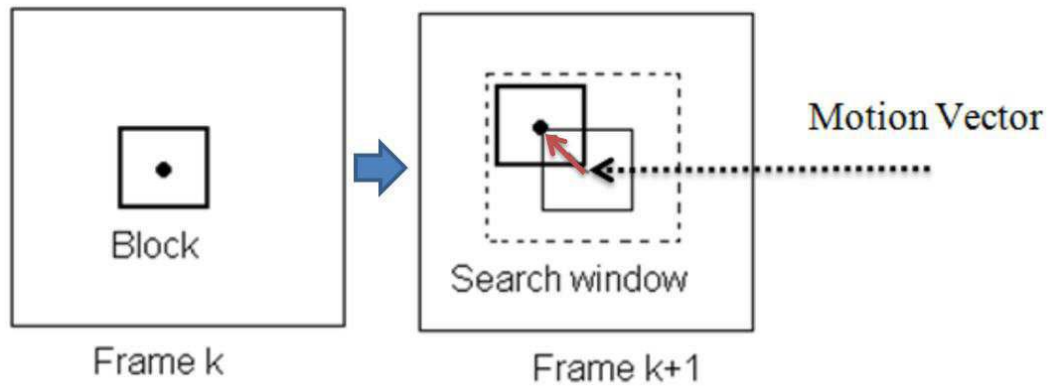
도면1b



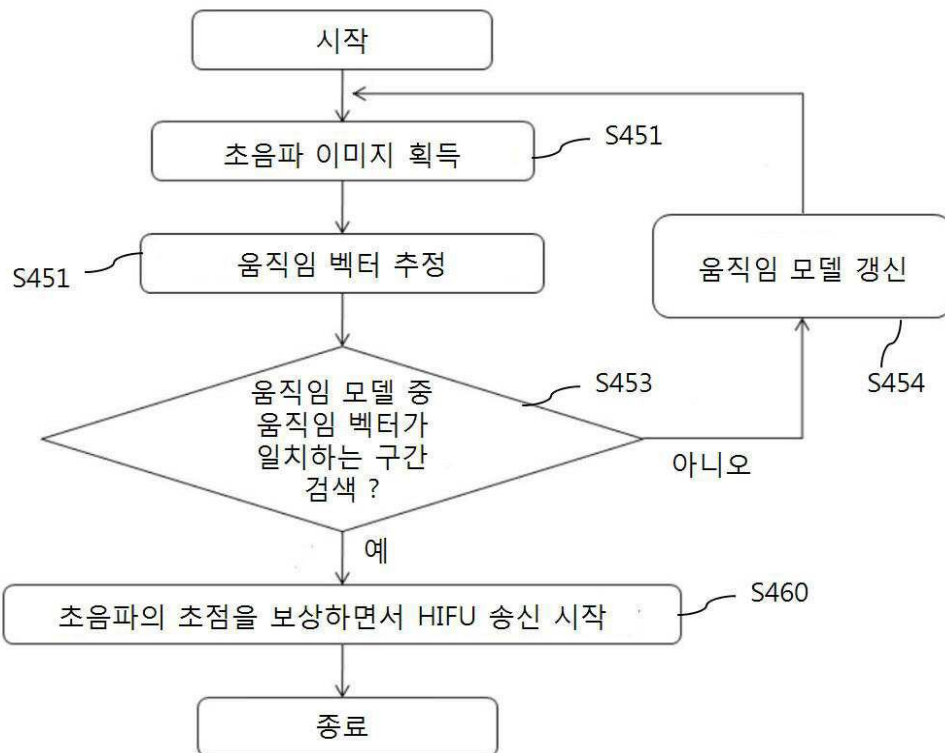
도면2



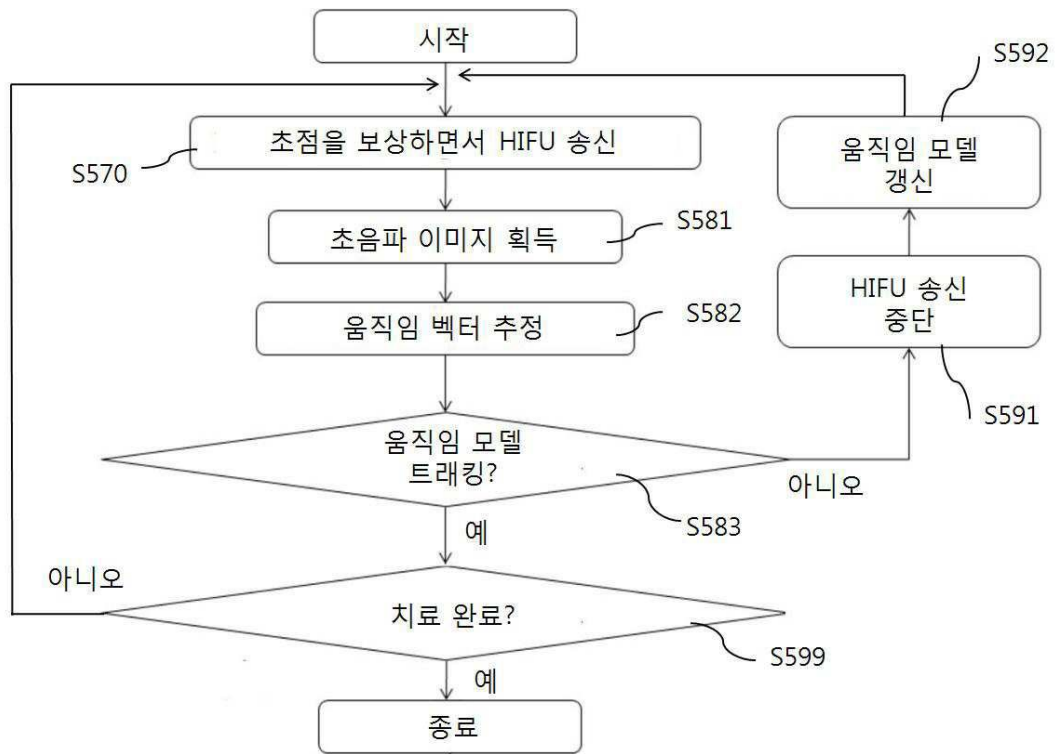
도면3



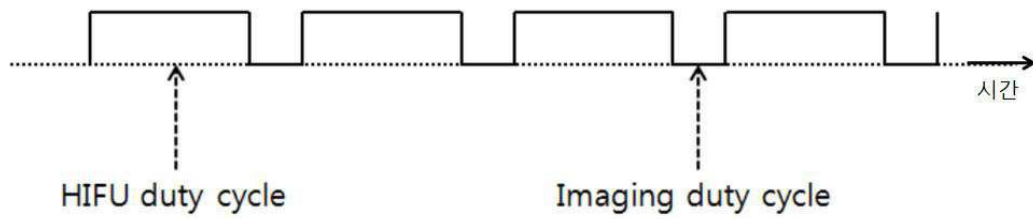
도면4



도면5



도면6



도면7

