



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0122115
(43) 공개일자 2019년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) A61B 5/20 (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/08 (2013.01)
A61B 5/204 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0091840(분할)
(22) 출원일자 2018년08월07일
심사청구일자 2018년08월07일
(62) 원출원 특허 10-2018-0045598
원출원일자 2018년04월19일
심사청구일자 2018년04월19일

(71) 출원인
주식회사 메디벨바이오
서울특별시 구로구 디지털로30길 28 ,304호(구
로동,마리오타워)
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
권보선
서울특별시 강서구 마곡중앙3로 74, 107동 1101호
황재윤
대구광역시 달성군 현풍면 테크노중앙대로 333 대
구경북과학기술원 비슬빌리지 207동 815호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
지현조

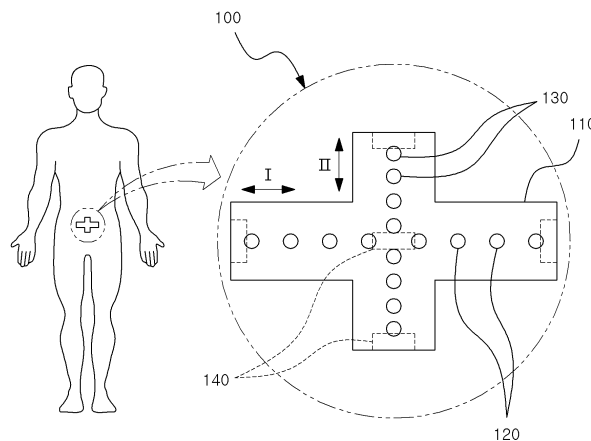
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 방광 내 잔뇨량 모니터링을 위한 웨어러블 초음파 측정장치 및 측정방법

(57) 요약

초음파를 이용하여 소변영역의 치수를 측정하기 위한 웨어러블 초음파 측정장치는, 신체에 부착 가능한 가요성 패드, 가요성 패드에서 제1 방향으로 배열되는 복수개의 제1 초음파 변환자, 가요성 패드에서 제1 초음파 변환자에 인접하게 위치하며 상호 이격된 적어도 2 지점 이상의 위치에 설치되는 관성 센서, 제1 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 제1 방향에 대한 제1 소변영역을 추출하는 제1 소변영역 추출부, 및 관성 센서로부터 획득되는 가요성 패드의 굴곡량을 이용하여 제1 방향에 대한 제1 소변영역의 치수를 보정하는 제1 소변영역 보정부를 구비한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 8/4444 (2013.01)

A61B 8/4483 (2013.01)

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

재단법인대구경북과학기술원

대구 달성군 현풍면 테크노중앙대로 333,

(72) 발명자

이준환

서울특별시 양천구 목동동로 350, 521동 206호

김지훈

대구광역시 달성군 현풍면 테크노북로 2길 10, 10
6동 1903호

박정호

대구광역시 달성군 현풍면 테크노중앙대로 333 대
구경북과학기술원 비슬빌리지 207동 815호

공현중

서울특별시 동작구 사당로 17길 111, 현대APT 1동
1206호

오승준

서울특별시 중구 소공로 35, 남산롯데캐슬 아이리
스아파트 102동 2402호

명세서

청구범위

청구항 1

초음파를 이용하여 소변영역의 치수를 측정하기 위한 웨어러블 초음파 측정장치에 있어서,

신체에 부착 가능한 가요성 패드;

상기 가요성 패드에서 제1 방향으로 배열되는 복수개의 제1 초음파 변환자;

상기 가요성 패드에서 상기 제1 초음파 변환자에 인접하게 위치하며 상호 이격된 적어도 2 지점 이상의 위치에 설치되는 관성 센서;

상기 제1 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 상기 제1 방향에 대한 제1 소변영역을 추출하는 제1 소변영역 추출부; 및

상기 관성 센서로부터 획득되는 상기 가요성 패드의 굴곡량을 이용하여 상기 제1 방향에 대한 상기 제1 소변영역의 치수를 보정하는 제1 소변영역 보정부;를 구비하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 가요성 패드에서 상기 제1 방향에 교차하는 제2 방향으로 배열되는 복수개의 제2 초음파 변환자 및 상기 제2 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 상기 제2 방향에 대한 제2 소변영역을 추출하는 제2 소변영역 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 방향 및 상기 제2 방향은 서로 수직인 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 소변영역 추출부는,

상기 제1 초음파 변환자로부터 수신된 반사 신호를 저장하는 반사신호 저장부;

소정의 대역폭을 갖는 최소 가중치 및 상기 최소 가중치의 전후로 제공되는 최대 가중치를 갖는 필터 신호를 생성하되, 상기 필터 신호의 상기 대역폭을 변경하여 상기 필터 신호를 생성하는 필터 생성부;

상기 저장부에 저장된 상기 반사 신호와 상기 필터 생성부에 의해서 생성된 상기 필터 신호를 컨볼루션(convolution) 연산하는 컨볼루션 연산부; 및

상기 컨볼루션 연산부에서 최대값 및 상기 최대값을 갖는 필터 신호에 대한 정보를 저장하는 최대값 저장부;를 포함하며,

상기 대역폭을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행한 결과, 상기 최대값 저장부에 저장된 상기 최대값을 갖는 상기 필터 신호를 이용하여 상기 제1 소변영역을 추출하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 필터 생성부는 상기 필터 신호에서 상기 최대 가중치를 1로 설정하고, 상기 최소 가중치를 -6000을 상기 대역폭으로 나눈 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 소변영역 추출부에서 상기 컨볼루션 연산부는 상기 최대값을 갖는 상기 필터 신호의 특정 지점을 달리 하여 컨볼루션 연산을 진행하고, 컨볼루션한 결과가 최대인 지점을 서치(search)하고,

상기 최대값 저장부에 저장된 상기 필터 신호에서 상기 최소 가중치에 해당하는 상기 대역폭을 상기 제1 소변영역으로 할당하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 필터 신호의 상기 특정 지점은 중간 지점인 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 제1 소변영역 추출부는 상기 제1 소변영역을 바이너리(binary) 이미지로 생성하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 소변영역 보정부는 상기 관성 센서로부터 상기 제1 초음파 변환자의 각도를 측정하고, 상기 제1 초음파 변환자의 각도 또는 자세 변화에 따라 상기 웨어러블 초음파 측정장치를 착용한 착용자의 제1 소변영역을 보상하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정장치.

청구항 10

웨어러블 초음파 측정장치를 이용하여 소변영역의 치수를 측정하는 측정방법에 있어서,

제1 방향으로 배열되는 복수개의 제1 초음파 변환자 및 상기 제1 초음파 변환자에 인접하게 위치하며 상호 이격된 적어도 2 지점 이상의 위치에 설치되는 관성 센서를 포함하는 가요성 패드를 신체에 부착하는 단계;

상기 제1 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 상기 제1 방향에 대한 제1 소변영역을 추출하는 단계;

상기 관성 센서로부터 획득되는 상기 가요성 패드의 굴곡량을 이용하여 상기 제1 방향에 대한 상기 제1 소변영역의 치수를 보정하는 단계;를 구비하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 가요성 패드에 상기 제1 방향에 교차하는 제2 방향으로 배열되는 복수개의 제2 초음파 변환자를 제공하고,

상기 제2 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 상기 제2 방향에 대한 제2 소변영역에 대한 치수를 추출 및 보정하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 방향 및 상기 제2 방향은 서로 수직한 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제1 방향에 대한 상기 제1 소변영역을 추출하는 단계는,

상기 제1 초음파 변환자로부터 수신된 반사 신호를 저장하는 단계;

소정의 대역폭을 갖는 최소 가중치 및 상기 최소 가중치의 전후로 제공되는 최대 가중치를 갖는 필터 신호를 생성하는 단계;

상기 반사 신호와 상기 필터 신호를 컨볼루션(convolution) 연산하는 단계; 및

상기 컨볼루션 연산의 결과 최대값을 갖는 필터 신호 및 상기 최대값에 대한 정보를 저장하는 단계;를 포함하며,

상기 필터 신호의 상기 대역폭을 변경하여 상기 필터 신호를 생성하고,

상기 대역폭을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행한 결과, 최종적으로 최대값을 갖는 상기 필터 신호를 이용하여 상기 제1 소변영역을 추출하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 필터 신호에서 상기 최대 가중치를 1로 설정하고, 상기 최소 가중치를 -6000을 상기 대역폭으로 나눈 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 최대값을 갖는 상기 필터 신호의 특정 지점을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행하고, 컨볼루션한 결과가 최대인 지점을 서치(search)하고, 최종적으로 최대값을 갖는 상기 필터 신호에서 상기 최소 가중치에 해당하는 상기 대역폭을 상기 제1 소변영역으로 할당하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 필터 신호의 상기 특정 지점은 중간 지점인 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 제1 소변영역을 추출하는 단계에서, 상기 제1 소변영역을 바이너리(binary) 이미지로 생성하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 제1 소변영역의 치수를 보정하는 단계에서,

상기 관성 센서로부터 상기 제1 초음파 변환자의 각도를 측정하고, 상기 제1 초음파 변환자의 각도 또는 자세 변화에 따라 상기 웨어러블 초음파 측정장치를 착용한 착용자의 상기 제1 소변영역을 보정하는 것을 특징으로 하는 웨어러블 초음파 측정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방광 내 잔뇨량을 측정하기 위한 웨어러블 장치에 관한 것으로서, 보다 자세하게는, 거동이 불편한 환자들의 방광 내 잔뇨량을 모니터링하기 위한 웨어러블 초음파 측정장치 및 측정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 우리 몸은 신진대사 후에 신장에서 소변이 생산되어 요관을 거쳐 방광에 저장된다. 소변의 저장기에는 방광이

이완하게 되고 괄약근의 수축으로 소변을 저장하게 된다. 소변이 방광에 가득 충만되면 중추신경의 조절에 의해 괄약근이 이완되고 방광근이 수축하면서 소변이 몸밖으로 배출된다.

- [0003] 이러한 배뇨과정은 방광이 완전히 충만되지 않더라도 중추신경계의 통제에 의해서 어느 정도 의지대로 소변의 저장과 배뇨기능을 조절할 수 있다. 따라서 일상생활도중 소변의 저장기능과 배출기능을 알아보는 기본적인 장기는 방광과 요도괄약근이지만 이러한 괄약근과 방광의 활동은 중추신경의 통제하에 조절되고 있다. 소변의 저장과 배뇨 활동은 살아있는 생체이기 때문에 항상 작동되고 있으며 인체의 가장 기본적인 생리 활동이다.
- [0004] 그런데, 선천기형이나 척수손상 등으로 하반신 마비를 겪고 있는 환자들에서는 운동신경 장애에 의한 거동 장애와 함께 동반된 감각신경 이상으로 신체감각도 느끼지 못하거나 또는 불완전하게 느끼게 될 수 있다. 이러한 중추신경계 마비 환자들에서는 사지뿐만 아니라 소화기계, 비뇨기계 등 내부 장기들에도 기능 이상이 동반될 수 있다. 소변의 저장과 배출을 담당하는 말단장기를 통제하는 이러한 신경계에 손상이나 병변이 발생하면 소변의 저장기능과 배출기능에 이상이 발생하게 되는데, 이러한 환자들에서는 요실금과 배뇨장애 증상 외에 방광이 충만되어도 충만된 감각을 느끼지 못하게 된다.
- [0005] 소변의 저장이 안되면 소변이 본인의 의지와는 달리 새게 되어 요실금이 발생하고, 반대로 소변이 배출이 안되면 배뇨장애로 증상이 표현된다. 실제 대부분의 환자들에 있어서는 이러한 요실금과 배뇨장애가 양극단만 존재하는 것이 아니라 다양한 정도의 비율로 혼합되어 스펙트럼을 이루어 나타나게 된다.
- [0006] 소변의 저장과 배출은 가장 기본적인 생리활동이므로 임상적으로는 요실금이나 배뇨장애 증상은 해당 환자들의 배뇨곤란으로 고통을 당하고 요실금으로 인한 기저귀 착용으로 삶의 질을 급격히 저하시킬 수 있다. 또한, 배출장애가 있는 경우에는 방광에서 소변이 넘쳐 요실금 형태로 표현되는 경우도 매우 흔하다. 배출이 적절히 이루어지지 않으면 심우신염 등의 요로감염이 초래되고 만성적으로 오래 진행되면 신장손상까지 초래되는 경우도 흔히 발생할 수 있다.
- [0007] 배뇨장애의 치료로는 가장 기본적인 것이 도뇨관을 이용한 배출방법이다. 요도도뇨관 유치법이나 상치골 방광루 설치술과 같이 도뇨관을 상시 방광에 유치하여 두는 방법이 있긴 하지만 이는 비생리적이고 합병증이 많이 따르는 것으로 보고되어 있다.
- [0008] 따라서 소변의 정상적인 저장과 배출 기능에 가장 가까운 방법이 바로 간헐적 도뇨법이다. 이는 방광이 충만되었으면 주로 환자 본인이 도뇨관을 요도로 삽입하여 방광까지 넣어 인위적으로 소변을 배출해주는 방법으로서 하루에 4-6회 시행하게 된다. 소변이 배출이 되지 않으면 방광에서 넘쳐 발생할 요실금을 방지할 수 있게 되고 배출장애를 극복할 수 있게 된다. 대부분의 환자들에서 이러한 방법을 일상생활에 잘 적용하게 되면 요실금이나 배출장애를 극복하고 생활할 수 있다.
- [0009] 이러한 경우에도 대부분의 환자들에서는 방광충만 감각 이상이 동반되어 있어 본인이 방광충만 시점을 알기 어렵기 때문에 소변을 언제 배출해야 하는지 수가 없다. 사람마다 개인의 생활습관에 따라 기본적으로 마시는 양에 차이가 크다. 특히 동일한 사람에게서도 하루 중 신장에서 소변이 생산되는 속도는 수분섭취나 신체활동으로 인하여 항상 변화하기 때문에 더욱더 방광 충만상태의 예측이 힘들다. 따라서 정상인에게는 불필요하지만, 방광충만감각을 느낄 수 없는 대부분의 척수손상 환자들에서는 자신의 방광충만 상태를 상시 모니터링할 수만 있다면 요실금을 방지하고 배출장애로 인한 신장손상이나 요로감염 등의 합병증을 막는데 매우 유용할 것이다.
- [0010] 종래에는 방광 내 소변량을 측정하는 방법으로서, 1) 도뇨관으로 요도를 통하여 소변을 배액하여 소변량을 직접 확인하는 방법과 2) 방광용적을 계산하는 알고리즘이 탑재된 초음파 기계로 방광용적을 측정하는 장치가 쓰이고 있다.
- [0011] 후자의 경우는 개인용 장비가 아니라 일반적으로 환자가 병원에 내원하여 배뇨후에 양와위로 누워 검사자가 환자의 하복부에 초음파를 대고 방광용적을 측정하는 장치로서 검사실용으로 쓰이고 있으며, 주로 배뇨후에 잔뇨량을 확인하는 용도로 많이 쓰이고 있다. 이에 몸에 착용할 수 있는 개인용 장비로서 배뇨후 시간이 경과하여도 지속적으로 잔뇨량을 확인할 수 있는 장비가 필요할 수 있다.
- [0012] 한국등록특허 제10-307085호에는 "초음파요실금경보시스템 및 방법"이 개시되어 있다. 상기 등록특허에 따르면, 수신된 초음파 신호를 이용하여 방광의 벽간 거리를 계산한 후, 방광의 벽간 거리가 설정된 거리를 초과하면 경고하는 내용을 포함한다. 하지만, 이 내용 역시 개인용 장비로서 한계가 있으며, 벽간 거리만 측정한다는 점에서 잔뇨량을 정확히 측정할 수 없다는 단점이 있다.
- [0013] 한국공개특허 제10-2007-0031285호에도 "초음파 요량 센서"가 개시되어 있다. 상기 공개특허의 초음파 요량 센

서는 복수개의 초음파 발진소자를 방광의 확장 방향에 따라 균등하게 배치하고, 요의 축적에 따라 방광이 상부, 즉 머리방향으로 팽창한다는 가정 하에 방광 안의 요량을 측정하는 것을 특징으로 한다. 하지만, 이 역시 입체적 형상의 방광을 일차원적인 길이 요소로만 측정하여 요량을 측정한다는 점에서, 부정확하다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 잔뇨량 모니터링이 필요한 환자가 일상생활 중에 착용하면서 잔뇨량을 연속적으로 측정할 수 있는 웨어러블 초음파 측정장치 및 측정방법을 제공한다.
- [0015] 본 발명은 초음파를 이용하여 잔뇨량의 입체적 형상 및 부피를 반영할 수 있는 웨어러블 초음파 측정장치 및 측정방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상술한 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 초음파를 이용하여 소변영역의 치수를 측정하기 위한 웨어러블 초음파 측정장치는, 신체에 부착 가능한 가요성 패드, 가요성 패드에서 제1 방향으로 배열되는 복수개의 제1 초음파 변환자, 가요성 패드에서 제1 초음파 변환자에 인접하게 위치하며 상호 이격된 적어도 2 지점 이상의 위치에 설치되는 관성 센서, 제1 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 제1 방향에 대한 제1 소변영역을 추출하는 제1 소변영역 추출부, 및 관성 센서로부터 획득되는 가요성 패드의 굴곡량을 이용하여 제1 방향에 대한 제1 소변영역의 치수를 보정하는 제1 소변영역 보정부를 구비한다.
- [0017] 가요성 패드에서 제1 방향에 교차하는 제2 방향으로 배열되는 복수개의 제2 초음파 변환자 및 제2 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 제2 방향에 대한 제2 소변영역을 추출하는 제2 소변영역 추출부를 더 포함할 수 있으며, 제1 소변영역 및 제2 소변영역에 대한 정보를 이용하여 소변영역에 대한 3차원 정보를 획득할 수 있다. 제1 방향과 제2 방향은 상호 교차하는 방향이라면 3차원 정보를 획득할 수 있지만, 바람직하게는 서로 수직인 것일 수 있다.
- [0018] 한국공개특허 제10-2007-0031285호에도 "초음파 요량 센서"에도 3축 가속도 센서가 언급되어 있다. 하지만, 상기 공개특허에서 언급된 3축 가속도 센서는 환자의 자세를 인식하기 위한 것으로서, 환자가 서 있는지(입위), 앉아 있는지(좌위) 또는 누워있는지(와위)를 인식하여 요량값을 보정하기 위한 것이다. 예를 들어, 입위보다는 좌위나 와위에서 일방향으로 늘어나는 길이 변화가 더 클 수 있기 때문이다. 참고로, 상기 공개특허에서 3축 가속도 센서는 하나만 제공되어도 충분하며, 초음파 발진소자와 인접하게 배치될 필요도 없다.
- [0019] 반면, 본 실시예에서의 관성 센서는 가요성 패드에 장착되며, 초음파 변환자들과 인접하게 제공되어야 하며, 반드시 복수개가 제공되어야 한다. 왜냐하면, 관성 센서는 신체 굴곡에 따라 부착되는 가요성 패드의 굴곡량을 측정하기 위한 것으로서, 가요성 패드에 장착된 초음파 변환자로부터 획득된 정보를 반영하여 정확한 소변 영역의 입체 형상을 측정하기 위한 것이다.
- [0020] 제1 소변영역 추출부는 제1 초음파 변환자로부터 수신된 반사 신호를 저장하는 반사신호 저장부, 소정의 대역폭을 갖는 최소 가중치 및 최소 가중치의 전후로 제공되는 최대 가중치를 갖는 필터 신호를 생성하되, 필터 신호의 대역폭을 변경하여 필터 신호를 생성하는 필터 생성부, 반사신호 저장부에 저장된 반사 신호와 필터 생성부에 의해서 생성된 필터 신호를 컨볼루션(convolution) 연산하는 컨볼루션 연산부, 및 컨볼루션 연산부에서 최대값 및 최대값을 갖는 필터 신호에 대한 정보를 저장하는 최대값 저장부를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 제1 소변영역 추출부는 대역폭을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행한 결과, 최대값 저장부에 저장된, 즉 최대값을 갖는 필터 신호를 이용하여 제1 소변영역을 추출할 수 있다. 기존의 초음파 장비에서는 컨볼루션 연산을 이용하지 않고, 엣지 디텍션을 이용한 방법으로 방광 등의 경계를 찾아 소변영역을 추출하였다. 하지만, 이러한 기존의 방법은 초음파 픽셀들의 밝기에서 큰 그레디언트(gradient) 값을 갖는 영역을 엣지(edge)로 검출하였으며, 이러한 방법에 따르면 방광이 아닌 영역임에도 불구하고 초음파 신호의 스펙클 노이즈(speckle noise)로 인해 방광의 경계를 잘못 찾는 경우가 많았다. 따라서 기존의 엣지 디텍션은 방광영역 검출 정확도가 초음파 신호의 SNR에 따라 좌우되어 문제가 있었다.
- [0022] 이에 비해 본 실시예에 따른 반사되는 초음파 신호에 매칭되는 필터를 찾고, 패치 필터를 이용하여 소변영역을 추출하는 것을 특징으로 한다. 이러한 필터를 이용한 방식은 스펙클 노이즈나 초음파 변환자의 접촉불량이 발생

하여도 영향 없이 정확한 소변영역의 추출이 가능할 수 있다.

- [0023] 구체적으로, 필터 생성부는 필터 신호에서 최대 가중치를 1로 설정하고, 최소 가중치를 -6000을 대역폭으로 나눈 값으로 설정할 수 있다. 또한, 제1 소변영역 추출부에서 컨볼루션 연산부는 최대값을 갖는 필터 신호의 특징 지점을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행할 수 있으며, 컨볼루션한 결과가 최대인 지점을 서치(search)하고, 최대값 저장부에 저장된 필터 신호에서 최소 가중치에 해당하는 대역폭을 제1 소변영역으로 할당할 수 있다.
- [0024] 제1 소변영역 추출부는 제1 소변영역을 바이너리(binary) 이미지로 생성할 수 있으며, 이 바이너리 이미지를 이용하여 제1 소변영역에 대한 치수 등을 좀더 간략하게 수치화할 수 있다.
- [0025] 제1 소변영역 보정부는 관성 센서로부터 제1 초음파 변환자의 각도를 측정하고, 제1 초음파 변환자의 각도 또는 자세 변화에 따라 웨어러블 초음파 측정장치를 착용한 착용자의 제1 소변영역을 보상할 수 있다. 가요성 패드가 환자의 신체에 직접 부착되는 경우, 부착된 환자의 신체 부위에 따라 다른 각도로 가요성 패드가 고정될 수 있다. 여기서 가요성 패드의 굴곡량은 신체 부위의 형상 또는 착용자의 자세에 따라 달라질 수 있는 것으로서, 이를 보상함으로써 좀더 정확한 방광 또는 소변영역의 치수를 보상할 수 있다.
- [0026] 상술한 본 발명의 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 웨어러블 초음파 측정장치를 이용하여 소변영역의 치수를 측정하는 측정방법은, 제1 방향으로 배열되는 복수개의 제1 초음파 변환자 및 제1 초음파 변환자에 인접하게 위치하며 상호 이격된 적어도 2 지점 이상의 위치에 설치되는 관성 센서를 포함하는 가요성 패드를 신체에 부착하는 단계, 제1 초음파 변환자로부터 수신되는 반사 신호로부터 제1 방향에 대한 제1 소변영역을 추출하는 단계, 관성 센서로부터 획득되는 가요성 패드의 굴곡량을 이용하여 제1 방향에 대한 제1 소변영역의 치수를 보정하는 단계를 구비할 수 있다.
- [0027] 제1 방향에 대한 상기 제1 소변영역을 추출하는 단계는, 제1 초음파 변환자로부터 수신된 반사 신호를 저장하는 단계, 소정의 대역폭을 갖는 최소 가중치 및 최소 가중치의 전후로 제공되는 최대 가중치를 갖는 필터 신호를 생성하는 단계, 반사 신호와 필터 신호를 컨볼루션(convolution) 연산하는 단계, 및 컨볼루션 연산의 결과 최대값을 갖는 필터 신호 및 최대값에 대한 정보를 저장하는 단계를 포함하며, 필터 신호의 대역폭을 변경하여 필터 신호를 생성하고, 대역폭을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행한 결과, 최종적으로 최대값을 갖는 필터 신호를 이용하여 제1 소변영역을 추출할 수 있다.
- [0028] 제1 소변영역의 치수를 보정하는 단계에서, 관성 센서로부터 제1 초음파 변환자의 각도를 측정하고, 제1 초음파 변환자의 각도 또는 자세 변화에 따라 웨어러블 초음파 측정장치를 착용한 착용자의 제1 소변영역을 보상할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 웨어러블 초음파 측정장치 및 측정방법에 따르면, 잔뇨량 모니터링이 필요한 환자가 일상생활 중에 착용하면서 잔뇨량을 연속적으로 측정할 수 있으며, 초음파를 이용하되 바이너리 이미지를 생성하고, 바이너리 이미지를 통해서 잔뇨량의 입체적 형상 및 부피를 실시간으로 수치화하여 반영할 수 있다.
- [0030] 또한, 관성 센서에서 수집된 정보를 통해 가요성 패드의 변형을 추산하여 발진된 초음파 진행 방향을 소변영역에 반영하여 보정할 수 있고, 정확한 소변영역 또는 방광 모양을 추산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정장치의 사용예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 도 1의 웨어러블 초음파 측정장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 도 2의 웨어러블 초음파 측정장치의 연결부를 설명하기 위한 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 반사 신호의 포락선을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 필터 신호를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 필터 신호 및 반사 신호를 이용하여 소변영역을 추출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 필터 신호의 변경을 통해 최적의 필터 신호를 찾는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정방법에 따라 획득된 반사 신호 및 바이너리 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정방법에 따라 가요성 패드의 변형 정도를 고려하여 소변영역을 보정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 본 설명에서 동일한 번호는 실질적으로 동일한 요소를 지칭하며, 상기 규칙 하에서 다른 도면에 기재된 내용을 인용하여 설명할 수 있고, 당업자에게 자명하다고 판단되거나 반복되는 내용은 생략될 수 있다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정장치의 사용예를 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 도 1의 웨어러블 초음파 측정장치의 구조를 설명하기 위한 도면이고, 도 3은 도 2의 웨어러블 초음파 측정장치의 연결부를 설명하기 위한 회로도이다.
- [0034] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정장치(100)는 초음파를 이용하여 3차원 형상의 소변영역을 측정하기 위한 장치로서, 신체에 부착 가능한 가요성 패드(110), 가요성 패드(110)에서 제1 방향(I)으로 배열되는 복수개의 제1 초음파 변환자(120), 가요성 패드(110)에서 제2 방향(II)으로 배열되는 복수개의 제2 초음파 변환자(130), 가요성 패드(110)에서 5 지점의 위치에 설치되는 관성 센서(140), 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)로부터 수신되는 반사 신호로부터 소변영역을 추출하는 소변영역 추출부(180), 및 관성 센서(140)로부터 획득되는 가요성 패드(110)의 굴곡량을 이용하여 소변영역의 치수를 보정하는 소변영역 보정부(190)를 구비할 수 있다.
- [0035] 본 실시예에서는 제1 방향(I)과 제2 방향(II)이 서로 직각으로 배향되며, 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)도 서로 수직으로 배열될 수 있다. 또한, 본 실시예에서는 소변영역 추출부(180) 및 소변영역 보정부(190)가 제어장치(170)에서 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)로부터 수신된 반사 신호를 처리 및 연산하지만, 다른 실시예에 따르면 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)와 각각 별개로 연결된 제1 소변영역 추출부, 제2 소변영역 추출부, 제1 소변영역 보정부 및 제2 소변영역 보정부가 별도로 제공될 수가 있다.
- [0036] 본 실시예에 따르면, 제어장치(170)는 연결부(150)를 통해서 가요성 패드(110)의 초음파 변환자 및 관성 센서와 연결될 수 있으며, 제어장치(170)에는 소변영역 추출부(180) 및 소변영역 보정부(190)가 기능적으로 포함될 수가 있다. 즉, 초음파 발신으로 인한 반사 신호는 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)에 수신될 수 있으며, 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)로 수신된 반사 신호는 연결부(150)를 통해 제어장치(170)의 소변영역 추출부(180)에 의해서 바이너리 이미지로 변환되고, 제어장치(170)는 관성 센서(140)에 의해서 측정된 가요성 패드(110)의 각도 또는 초음파 변환자들의 각도를 계산하여 바이너리 이미지에 각도를 반영하여 실질적인 3차원 형상 또는 부피를 측정할 수가 있다.
- [0037] 도 1 및 도 2를 보면, 가요성 패드(110)는 신체에 부착할 수 있는 구조로서 십자가 형태 또는 넓은 패드 형태로 제공될 수 있고, 실리콘 등의 소재를 이용하여 형성될 수가 있다. 본 실시예에서 가요성 패드(110)는 십자가 형태로 제공되며, 신체에 일시적으로 부착될 수 있도록 젤 패드를 이용하여 부착되는 부분을 형성할 수가 있다.
- [0038] 가요성 패드(110)의 가로측, 즉 제1 방향(I)으로 8개의 제1 초음파 변환자(120)가 장착될 수 있으며, 가요성 패드(110)의 세로측을 따라 제2 방향(II)으로 역시 8개의 제2 초음파 변환자(130)가 장착될 수 있다. 또한, 가요성 패드(110)의 단부 및 중앙부에 5개의 관성 센서(140)가 내장될 수 있다. 관성 센서(140) 역시 연결부(150)와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0039] 참고로, 본 실시예에서는 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)가 각각 가로측 및 세로측을 따라 선형으로 배열되어 있어 가로 영상 및 세로 영상을 측정할 수 있다. 하지만, 다른 실시예에서 한 줄의 초음파 변환자만 제공될 수 있으며, 이 경우 관성 센서는 적어도 2지점에 제공되어 가요성 패드의 굴곡으로 측정하고 초음파 변환자의 각도 변화를 보정하게 할 수 있다.
- [0040] 제어장치(170)는 소변영역 추출부(180) 및 소변영역 보정부(190)를 포함하며, 소변영역 추출부(180)는 반사신호 저장부(182), 도 4와 같은 필터 신호를 생성하는 필터 생성부(184), 컨볼루션 연산을 위한 컨볼루션 연산부(186) 및 최대값 저장부(188)를 포함할 수 있다. 소변영역 추출부(180)는 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음

과 변환자(130)로부터 수신된 반사 신호를 이용하여 최적의 대역폭을 갖는 필터 신호를 생성하여 최대값 저장부(188)에 저장할 수 있고, 실질적으로 모든 대역폭에 대한 필터 신호를 이용하여 반사 신호와 비교하고, 그 결과 최대값을 갖는 필터 신호를 저장하였다가, 최종 소변영역의 바이너리 이미지 형성을 위한 필터 신호를 추출할 수 있다.

- [0041] 도 3을 보면, 가요성 패드(110)의 변환자 및 관성 센서와 제어장치(170)를 연결하기 위한 연결부(150)가 제공될 수 있다. 연결부(150)는 제어장치(170)와 동일 또는 별도의 하우징에 설치될 수가 있다.
- [0042] 연결부(150)를 위한 회로도로서, 제1 초음파 변환자(120)와 제2 초음파 변환자(130)는 FPGA(Field Programmable Gate Array), TR 스위치(T/R switch) 및 MUX(16 to 8)를 통해서 제어장치(170)와 연결될 수 있으며, 마이크로 컨트롤러(MCU)는 8채널의 저잡음 증폭기(LNA), 가변이득 증폭기(VGA) 및 A/D 컨버터(ADC)를 SPI 통신으로 제어할 수 있으며, 관성 센서(140)로부터 획득된 정보를 이용하여 가요성 패드(110)의 굴곡 또는 변형 정도를 추산하고, UART(Universal asynchronous receiver/transmitter) 통신을 통해 FPGA에 전송할 수 있다.
- [0043] FPGA는 LVDS(저전압 차등 시그널링) 신호로 들어온 반사 신호를 힐베르트(Hilbert) 변환을 통하여 포락선 검파를 할 수 있다. FPGA는 포락선 형태의 반사 신호와 가요성 패드(110)의 굴곡 정도를 제어장치(170)로 전송할 수 있으며, 제어장치(170)는 수집된 반사 신호와 가요성 패드(110)의 변형 정도를 통해 소변영역에 있는 잔노량을 정확하게 추산할 수 있다.
- [0044] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 반사 신호의 포락선을 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 필터 신호를 설명하기 위한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 필터 신호 및 반사 신호를 이용하여 소변영역을 추출하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정에서 필터 신호의 변경을 통해 최적의 필터 신호를 찾는 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정방법에 따라 획득된 반사 신호 및 바이너리 이미지를 설명하기 위한 도면이다.
- [0045] 초음파는 음향 임피던스가 다른 매질 경계에서 반사 및 회절될 수 있는 특성을 가진다. 도 4를 참조하면, 방광을 향해 초음파를 발진하면 반사된 초음파 신호는 제1 초음파 변환자(120) 또는 제2 초음파 변환자(130)에 수신될 수 있다.
- [0046] 제1 초음파 변환자(120)를 통해 획득된 반사 신호를 보면, 반사되는 위치가 멀수록 제1 초음파 변환자(120)에 도달하는 시간이 증가할 수 있다. 따라서, 복부 표면에서 초음파를 발진하였다고 가정하였을 때, 초음파는 지방, 근육, 소변, 다른 장기들 순으로 통과하고, 각 위치에서 반사되어 제1 초음파 변환자(120)에 도달할 수 있다.
- [0047] 참고로, 소변은 물과 동일한 매질이므로 반사파가 거의 없다고 할 수 있으며, 소변이 위치한 방광에서 반사파는 거의 발생하지 않는다는 점을 이용하여 소변영역을 추출할 수가 있다.
- [0048] 도 5를 참조하면, 옻치 디텍션이 아닌 매치 필터(match filter)를 이용하는 방법으로서, 필터 신호(160)를 이용할 수가 있다. 도시된 바와 같이, 필터 신호(160)는 소정의 대역폭을 갖는 최소 가중치(min) 및 최소 가중치(min)의 전후로 제공되는 최대 가중치(max)를 포함할 수 있다.
- [0049] 참고로, 소변영역의 크기는 유동적이므로, 필터 신호(160) 중 최소 가중치(min)의 간격, 즉 대역폭을 변화시키며 모든 간격에 대해 컨볼루션 연산을 할 수 있다. 이를 위해서 우선 최소의 간격을 가지는 필터 신호를 생성하며, 반사 신호와 필터 신호를 컨볼루션 연산을 하여 그 결과를 이전 값과 비교하고, 상대적으로 크면 새로운 값을 최대값 저장부(188)에 저장할 수 있다.
- [0050] 그리고, 최소 가중치(min)의 간격을 증가시킨 후, 반사 신호와 간격을 변화시킨 필터 신호를 이용하여 컨볼루션 연산을 하고, 역시 최대값인지 여부를 판단하여 최대값 저장부(188)에 최대값을 갖는 필터 신호에 대한 정보와 최대값을 저장할 수 있다.
- [0051] 모든 간격에 대해서 컨볼루션 연산을 한 후, 소변영역 추출부(180)는 최대값 저장부(188)에 저장된 필터 신호를 호출하여 해당 채널에 대한 소변영역의 깊이를 추출할 수 있다. 컨볼루션 연산에 의한 결과는, 도 7과 같이, 최소 가중치(min)의 간격이 소변영역과 일치하고, 지방층, 근육, 다른 장기 영역에 최대 가중치, 일 예로 1이 주어질 때 최대가 될 수 있다. 물론, 필터 신호에서 최소 가중치는 -6000/(대역폭)으로 설정될 수가 있다.
- [0052] 또한, 제1 소변영역 추출부(180)에서 컨볼루션 연산부(186)는 최대값을 갖는 필터 신호의 특정 지점을 달리하여 소변영역의 위치를 더 측정할 수 있다. 즉, 특정 지점을 달리하여 컨볼루션 연산을 진행할 수 있으며, 컨볼루션

한 결과가 최대인 지점을 서치(search)하고, 최대값 저장부에 저장된 필터 신호에서 최소 가중치에 해당하는 대역폭을 소변영역으로 할당할 수 있다. 역시 필터 신호의 특정 지점은 최소 가중치를 갖는 영역의 중간 지점인 것이 바람직하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0053] 최적의 매치 필터를 찾기 위해서, 초음파 변화자로부터 RF 형태의 반사 신호를 획득하며, 획득된 반사 신호는 고주파 잡음 제거를 위한 로우패스 필터(Lowpass filter)를 적용할 수 있다. 최소 가중치의 대역폭을 변화시키며 컨볼루션 연산을 실시하여, 실질적으로 충분한 대역폭에 대해 획득한 연산 결과 중 최대값을 추출하여 비교하고, 최대값을 보이는 대역폭의 필터 신호를 선택하여, 그 필터 신호의 중간 지점을 동일한 필터 신호로 컨볼루션한 결과가 최대값을 보이는 지점에 위치시킨다.
- [0054] 반사 신호의 시간 정보로부터 해당 반사파가 반사된 위치를 도출할 수 있으며, 필터 신호 중 최소 가중치와 가장 최대값을 제공하는 위치에서 가장 최대값을 제공하는 대역폭을 특정하여 소변영역으로 할당할 수 있다.
- [0055] 이러한 과정은 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130)로 획득되는 반사 신호를 각 채널별로 수신할 수 있으며(도 8의 (a) 참조), 제1 초음파 변환자(120) 및 제2 초음파 변환자(130) 중 어디로부터 획득되는지를 판단하여, 가로 및 세로 방향에 대해 소변영역의 바이너리 이미지를 획득할 수 있다(도 8의 (b) 참조). 도 8의 (c)에 도시된 기존의 B-mode 이미지를 육안으로 비교하여도 바이너리 이미지가 정확하게 소변영역에 대응됨을 알 수 있으며, 소변영역의 폭, 높이 및 깊이를 디지털화하여 수치로 비교하거나 부피를 추정하는 것이 매우 용이하다.
- [0056] 상기의 과정을 통해서도 획득한 가로 및 세로 방향에 해당하는 소변영역의 폭, 높이 및 깊이를 추출할 수 있고, 주어진 정보에 따라 소변영역의 부피를 추정할 수 있다. 이렇게 컨볼루션 연산에 따라 최대값을 갖는 필터 신호를 찾는 과정은 기존의 엣지 디텍션을 이용한 방법에 비해 노이즈에 의한 오류 등을 줄일 수가 있다.
- [0057] 구체적으로, 기존의 초음파 장비에서는 엣지 디텍션을 이용한 방법을 이용하였으며, 엣지를 찾는 방법으로 방광 등의 경계를 찾아 소변영역을 추출하였다. 하지만, 이러한 기존의 방법은 초음파 픽셀들의 밝기에서 큰 그레디언트(gradient) 값을 갖는 영역을 엣지(edge)로 검출하였으며, 이러한 방법에 따르면 방광이 아닌 영역임에도 불구하고 초음파 신호의 스펙클 노이즈(speckle noise)로 인해 방광의 경계를 잘못 찾는 경우가 많았다. 따라서 기존의 엣지 디텍션은 방광영역 검출 정확도가 초음파 신호의 SNR에 따라 좌우되어 문제가 있었다.
- [0058] 이에 비해 본 실시예에 따른 반사되는 초음파 신호에 매칭되는 필터 신호를 찾고, 필터 신호를 이용하여 최적의 소변영역을 추출하는 것을 특징으로 한다. 이러한 필터를 이용한 방식은 스펙클 노이즈나 초음파 변환자의 접촉 불량 발생하여도 영향 없이 정확한 소변영역의 추출이 가능할 수 있다.
- [0059] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 초음파 측정방법에 따라 가요성 패드의 변형 정도를 고려하여 소변영역을 보정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0060] 도 9를 참조하면, 가요성 패드(110)는 굴곡된 상태로 신체의 복부 등에 부착되는 것은 당연하다. 따라서, 볼록한 배에 밀착된 가요성 패드(110)를 통해서 획득되는 반사 신호는 그대로 이용한다면, 소변영역의 부피는 실제보다 더 많이 측정될 수 있으며, 이는 소변영역 추산 결과에 오차를 유발하는 요인이 될 수 있다.
- [0061] 따라서, 초음파 변환자의 각도 변화를 다수의 관성 센서(140)로 감지하여 소변영역 오차를 보정할 수 있다. 다수의 관성 센서(140)로부터 가요성 패드(110)의 굴곡 정도 또는 초음파 변환자들의 각도 변화를 감지할 수 있으며, 그로부터 착용자의 자세 변화도 감지할 수가 있다.
- [0062] 또한, 관성 센서(140)도 양끝에 위치한 것과 중간에 위치한 것의 방향각 정보를 이용할 수 있으며, 그 사이에 있는 초음파 변환자들의 방향각은 인터폴레이션(interpolation) 기법을 통해 그 방향각을 추정할 수 있다.
- [0063] 제어장치(170)는 관성 센서(140)로부터 획득된 정보를 이용하여 매칭된 필터 신호로부터 얻어진 소변영역의 오차를 보정할 수 있으며, 보정된 값의 폭, 높이 및 깊이를 구할 수 있다. 또한, 착용자의 자세에 따라서도 가중치(α)를 반영하여 잔노량을 계산할 수 있다.
- [0064] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

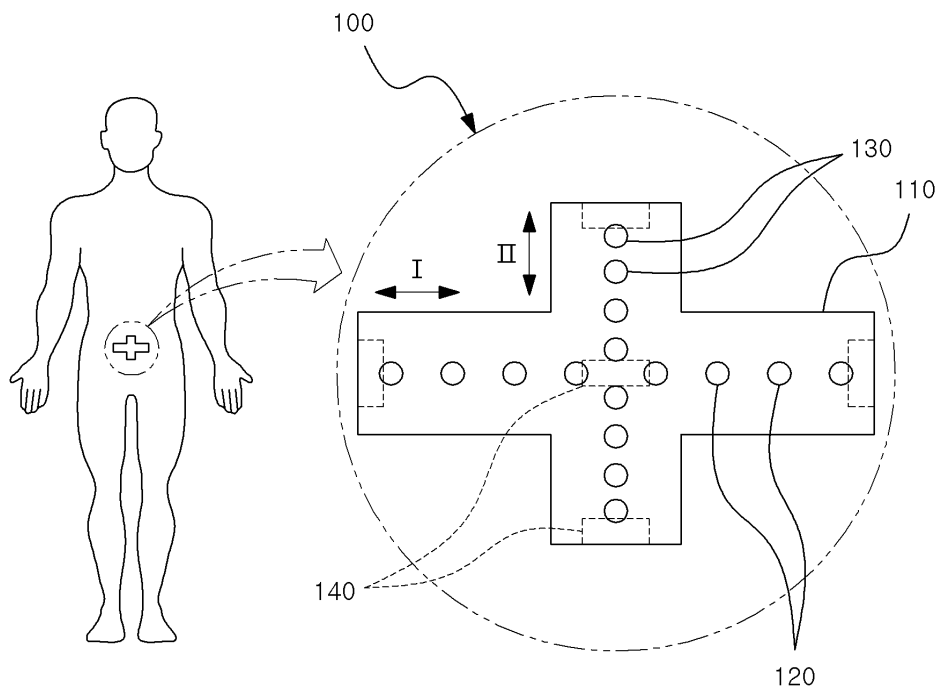
부호의 설명

[0065]

- | | |
|---------------------|------------------|
| 100 : 웨어러블 초음파 측정장치 | 110 : 가요성 패드 |
| 120 : 제1 초음파 변환자 | 130 : 제2 초음파 변환자 |
| 140 : 관성 센서 | 150 : 연결부 |
| 170 : 제어장치 | 180 : 소변영역 추출부 |
| 190 : 소변영역 보정부 | 195 : 모니터 |

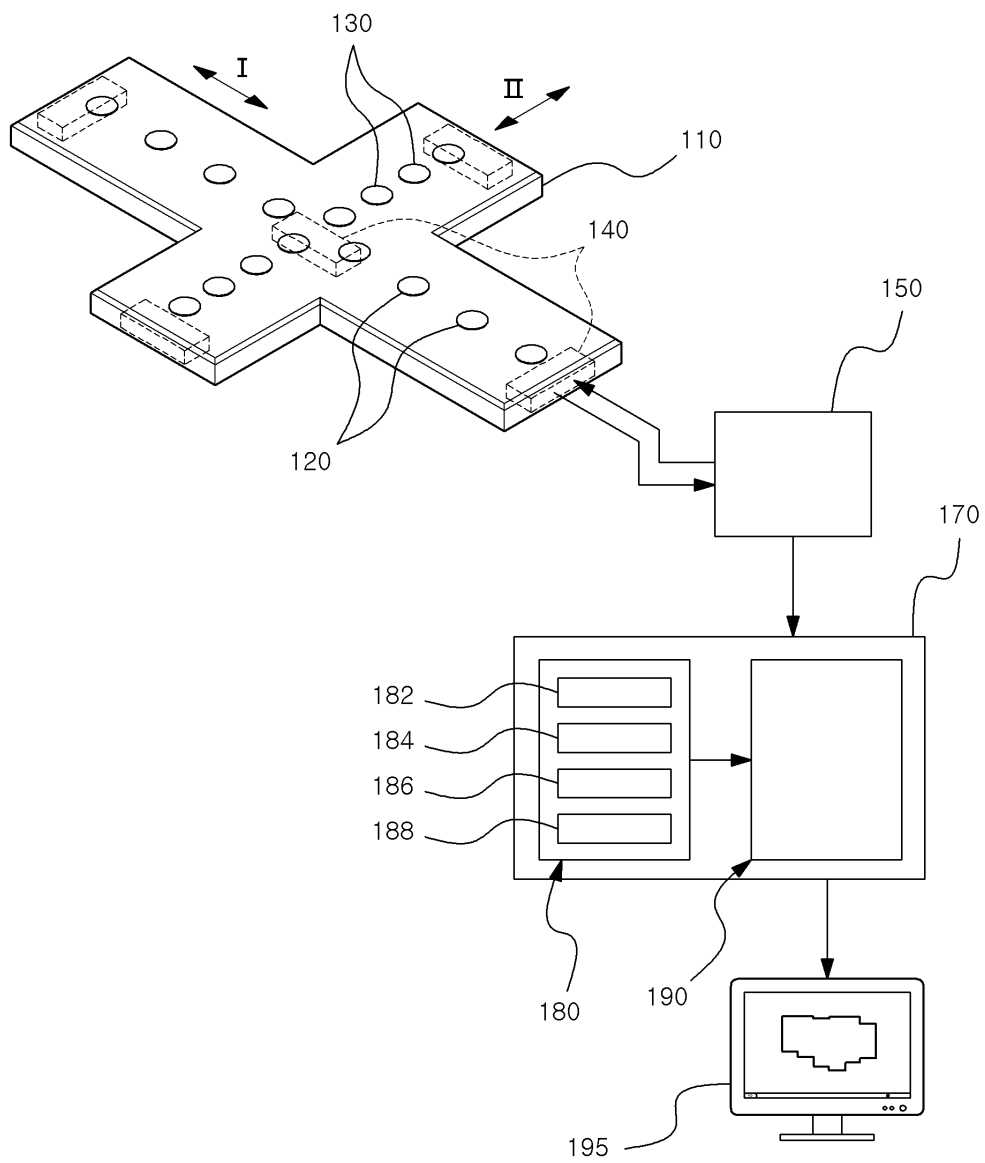
도면

도면1

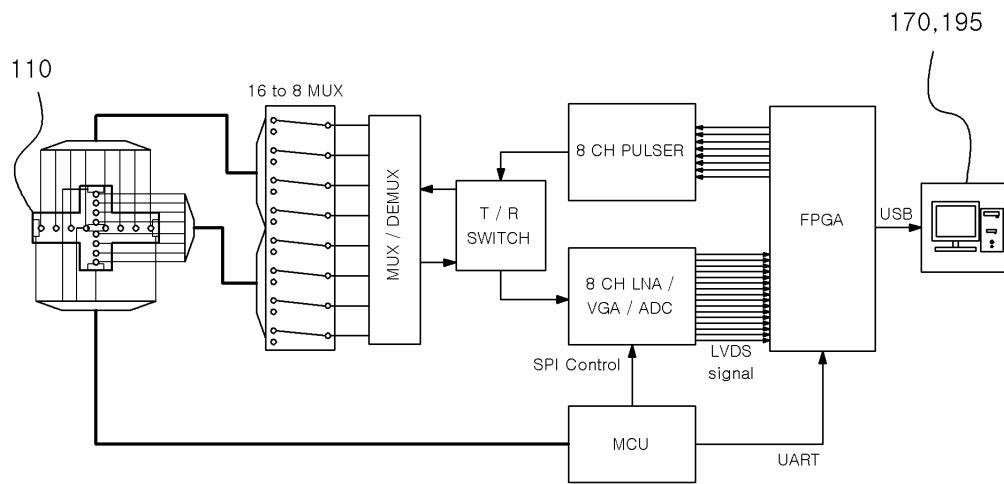


도면2

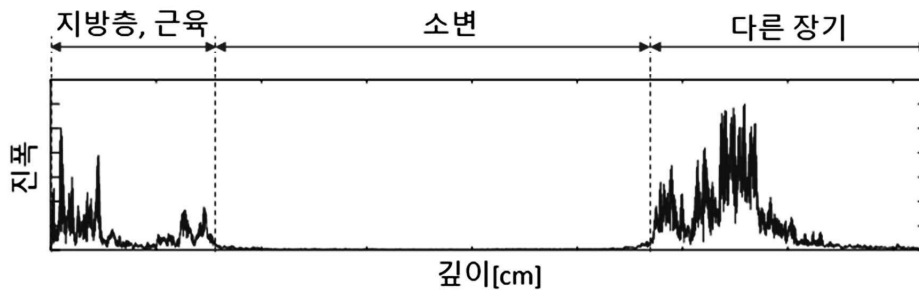
100



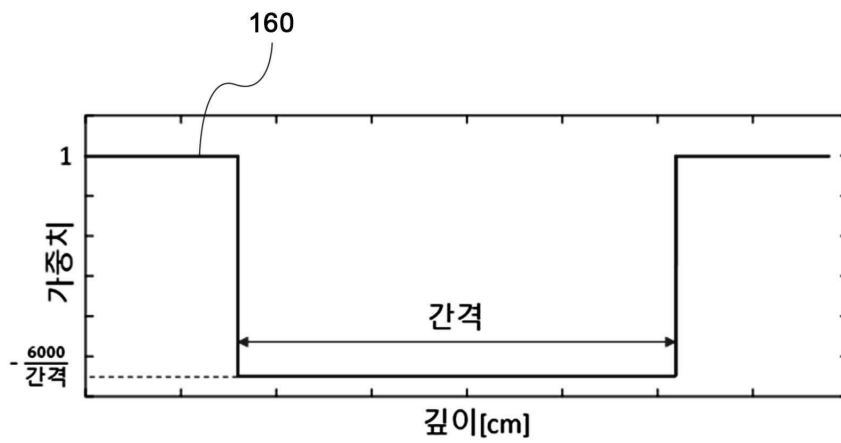
도면3



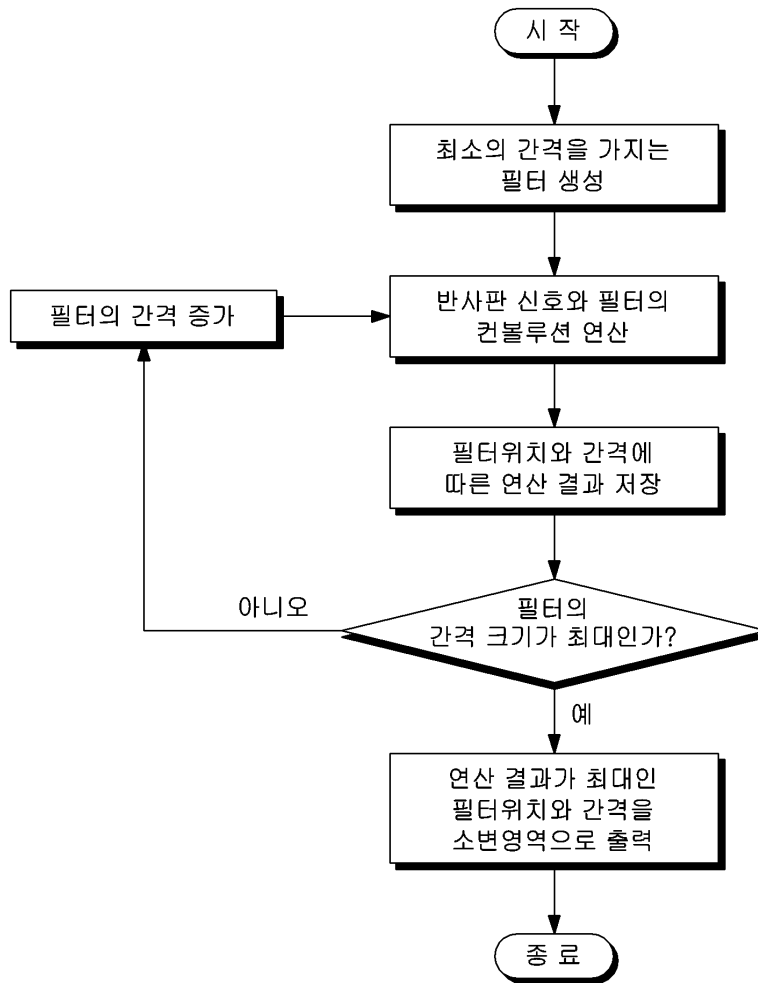
도면4



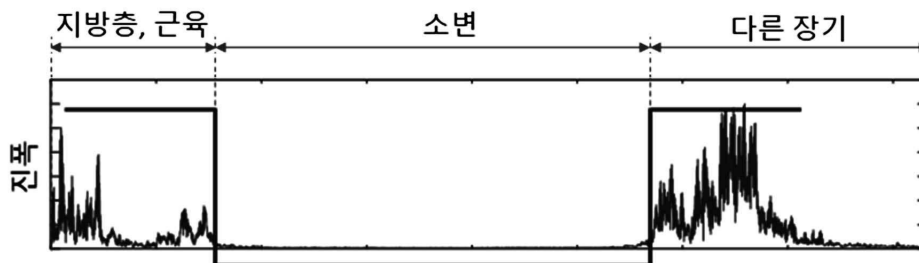
도면5



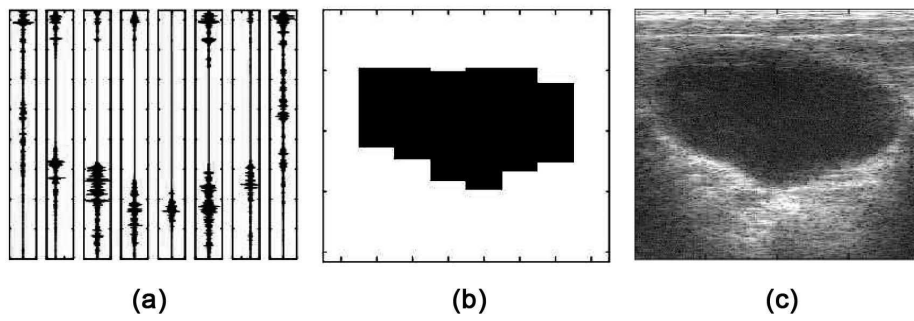
도면6



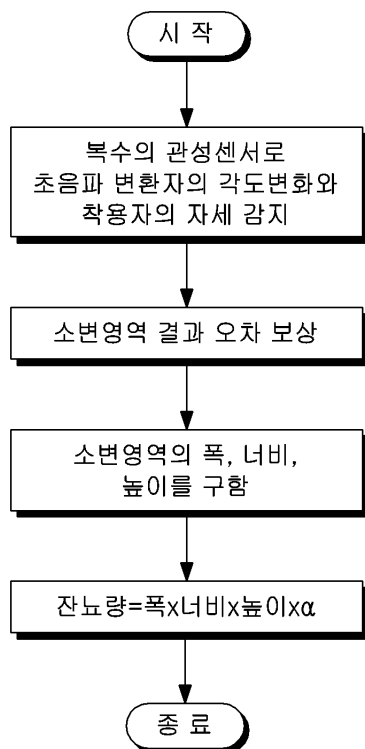
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	用于监测尿残余尿量的可穿戴超声测量装置和测量方法		
公开(公告)号	KR1020190122115A	公开(公告)日	2019-10-29
申请号	KR1020180091840	申请日	2018-08-07
[标]申请(专利权)人(译)	大邱庆北科学技术院 首尔大学校产学协力团 忠南大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	科技基金会的大邱庆北研究院 首尔国立大学产学合作基金会 忠南大学产学合作基金会		
[标]发明人	KWON BO SUN 권보선 HWANG JAE YOUN 황재운 LEE JUN HWAN 이준환 KIM JI HUN 김지훈 PARK JEONG HO 박정호 KONG HYOUN JOONG 공현중 OH SEUNG JUNE 오승준		
发明人	권보선 황재운 이준환 김지훈 박정호 공현중 오승준		
IPC分类号	A61B8/08 A61B5/20 A61B8/00		
代理人(译)	艾米乔		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于使用超声波测量尿液区域大小的可穿戴超声测量设备，在第一方向上布置在柔性垫中的多个第一超声换能器，可附接到身体的柔性垫，第一在柔性垫中第一尿液区域提取，该第一尿液区域提取是从与超声换能器相邻且彼此隔开至少两个点的惯性传感器沿第一方向提取第一尿液区域，以及从第一超声换能器接收的反射信号第一尿液面积校正单元，用于通过使用从惯性传感器获得的柔性垫的弯曲量来校正第一方向上的第一尿液面积的大小。

