



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0094233
(43) 공개일자 2020년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/20 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
A61B 8/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/20 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0010882
(22) 출원일자 2019년01월29일
심사청구일자 2019년12월03일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
정병하
서울특별시 서초구 잠원동 래미안팰리스 101동 1403호
이광석
서울특별시 영등포구 국제금융로 108-6 B동 803호 (여의도동, 진주아파트)
구교철
서울특별시 용산구 서빙고로 35 102동 1405호 (한강로3가, 용산시티파크)
(74) 대리인
이강욱

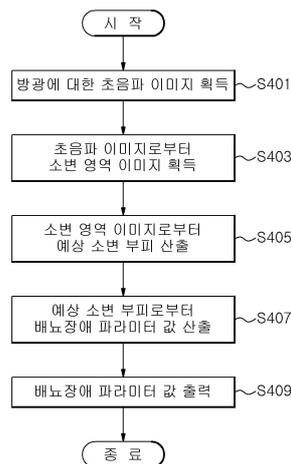
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **요속과 잔뇨를 동시에 측정함으로써 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 요속과 잔뇨를 동시에 측정함으로써 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 의하면, 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법에 있어서, 배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출하는 단계, 및 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하는 단계를 포함하는 방법이 제공된다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

A61B 8/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배뇨 장애를 진단하기 위한 방법에 있어서,

배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하는 단계;

상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계;

상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계;

상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 파라미터는,

단위 시간별 요속, 방광을 비우는 데 걸리는 시간, 요량, 잔뇨량 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 단위 시간별 요속은,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간별 변화량인 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 방광을 비우는 데 걸리는 시간은,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점부터 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점까지의 시간 구간의 길이인 방법.

청구항 5

제2 항에 있어서,

상기 요량의 값은,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점에 산출된 예상 소변 부피와 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 차인 방법.

청구항 6

제2 항에 있어서,
 상기 잔노량의 값은,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 값인 방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계는,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적과 동일한 면적의 원의 반지름을 산출하는 단계; 및
 상기 반지름을 갖는 구의 부피로서 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리하는 단계; 및
 상기 소변 영역으로서 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는,
 메모리에 저장된 소변 영역 분리 모델을 이용하여 수행되는 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,
 소변 영역 분리 모델은 입력 계층, 복수의 은닉 계층 및 출력 계층으로 구성되며,
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는,
 상기 입력 계층에 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB(red-green-blue) 값을 입력하는 단계;
 상기 복수의 은닉 계층 각각 내에 저장된 복수 개의 노드로 정의되는 유닛들과 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 연결하는 단계;
 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 상기 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하는 단계; 및
 상기 예측 값이 소정의 임계치 이상인 경우, 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀로서 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 유닛들은 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 규합시켜 형성되고,

상기 출력 계층은 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라는 예측 결과 유닛인 참(true) 유닛과 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아니라는 예측 결과 유닛인 거짓(false) 유닛을 포함하며,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 상기 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하는 단계는,

상기 유닛들 중 어느 하나가 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 높다고 예측되는 경우, 상기 참 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 상기 거짓 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하는 단계;

상기 유닛들 중 어느 하나가 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 낮다고 예측되는 경우, 상기 참 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 상기 거짓 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하는 단계; 및

상기 유닛들과 상기 참 유닛 사이의 연결들에 대한 총합이 양이거나 미리 설정된 값보다 큰 경우, 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라고 나타내는 예측 값을 생성하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

배뇨 장애를 진단하기 위한 장치에 있어서,

배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하도록 구성된 입력 장치;

상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 저장하도록 구성된 메모리;

출력 장치; 및

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하며,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하고,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출하도록 구성되며,

상기 출력 장치는 상기 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하도록 구성된 장치.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 파라미터는,

단위 시간별 요속, 방광을 비우는 데 걸리는 시간, 요량, 잔뇨량 중 적어도 하나를 포함하는 장치.

청구항 14

제13 항에 있어서,
상기 단위 시간별 요속은,
상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간별 변화량인 장치.

청구항 15

제13 항에 있어서,
상기 방광을 비우는 데 걸리는 시간은,
상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점부터 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점까지의 시간 구간의 길이인 장치.

청구항 16

제13 항에 있어서,
상기 요량의 값은,
상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점에 산출된 예상 소변 부피와 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 차인 장치.

청구항 17

제13 항에 있어서,
상기 잔뇨량의 값은,
상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 값인 장치.

청구항 18

제12 항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적과 동일한 면적의 원의 반지름을 산출하고,
상기 반지름을 갖는 구의 부피로서 상기 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하도록 더 구성된 장치.

청구항 19

제12 항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리하고,

상기 소변 영역으로서 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하도록 더 구성된 장치.

청구항 20

제12 항에 있어서,

상기 메모리는 소변 영역 분리 모델을 저장하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는 상기 소변 영역 분리 모델을 이용하여 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하도록 더 구성된 장치.

청구항 21

제20 항에 있어서,

소변 영역 분리 모델은 입력 계층, 복수의 은닉 계층 및 출력 계층으로 구성되며,

상기 프로세서는,

상기 입력 계층에 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB(red-green-blue) 값을 입력하고,

상기 복수의 은닉 계층 각각 내에 저장된 복수 개의 노드로 정의되는 유닛들과 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 연결하며,

상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 상기 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하며,

상기 예측 값이 소정의 임계치 이상인 경우, 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀로서 상기 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하도록 더 구성된 장치.

청구항 22

제21 항에 있어서,

상기 유닛들은 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 규합시켜 형성되고,

상기 출력 계층은 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라는 예측 결과 유닛인 참(true) 유닛과 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아니라는 예측 결과 유닛인 거짓(false) 유닛을 포함하며,

상기 프로세서는,

상기 유닛들 중 어느 하나가 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 높다고 예측되는 경우, 상기 참 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 상기 거짓 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하며,

상기 유닛들 중 어느 하나가 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 낮다고 예측되는 경우, 상기 참 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 상기 거짓 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하며,

상기 유닛들과 상기 참 유닛 사이의 연결들에 대한 총합이 양이거나 미리 설정된 값보다 큰 경우, 상기 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라고 나타내는 예측 값을 생성하도록 더 구성된 장치.

청구항 23

제1 항 내지 제11 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하도록 구성되며, 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 기록된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 요속과 잔뇨를 동시에 측정함으로써 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 환자로부터 배뇨 과정에서 단위 시간별로 획득한 2차원의 초음파 이미지를 이용해 3차원의 방광 내 소변 영역의 부피 및 부피의 변화량을 측정함으로써 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 동시에 수행함으로써 배뇨 장애를 진단할 수 있는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 방광은 소변의 저장과 배출을 담당하는 속이 빈 주머니 같은 근육 기관이며, 인간의 골반 정중앙에 위치하고 있다. 배뇨 장애가 있는 환자에서, 방광의 근육층의 두께는 방광의 용적 및 배뇨 증상의 심각도와 연관성이 있음은 알려져 있다. 이러한 방광 초음파 검사의 효용성이 입증되어 있음에도 불구하고, 임상 의들은 배뇨 장애 진단을 위한 방광 초음파 검사의 진단적 실익 대비 비용을 고려하여, 방광 초음파 검사를 제한적으로 사용하고 있다.

[0004] 배뇨 장애에 대한 객관적 검사는 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사로 이원화되어 있다. 요속 측정 검사의 경우, 방광에서 배출된 소변량을 실시간 유량 체크를 통해, 요속과 요속의 변화양상을 확인한다. 한정된 수집통에 배뇨를 하지 못할 경우, 검사의 부정확성이 따른다. 특히, 남성의 경우, 검사 기기의 구조적 문제점으로 인하여, 정상시와 같은 배뇨를 할 수 없음을 호소한다. 또한, 잔뇨 측정 검사의 경우, 임상 의가 잔뇨를 측정할 때 환자는 침대에 누워야 하며, 방광의 해부학적 위치가 골반에 있기 때문에 환자들이 수치심을 느끼게 된다.

[0005] 따라서, 초음파를 이용해 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 일원화함으로써 배뇨 장애에 대한 검사의 정확성을 높이고 환자의 수치심을 줄일 수 있는 방법 및 장치가 필요한 실정이다.

[0006] 기계 학습(machine learning) 기술은 다양한 변수에 기반한 결과의 예측 가능성을 안정적으로 제시함으로써 인간의 일상 생활에 영향을 미치기 시작했으며, 의학 분야도 예외가 아니다. 의학 연구에 기계 학습을 적용하는 연구의 수는 최근 몇 년 사이에 급속하게 증가하고 있다. 기계 학습은 진단 및 예측 분야에서 많이 적용되고 있으며, 인상적인 결과를 도출하고 있다.

[0007] 따라서, 기계 학습을 이용하여 환자로부터 배뇨 과정에서 단위 시간별로 획득한 2차원의 방광에 대한 초음파 이미지로부터 3차원의 방광 내 소변 영역의 부피 및 부피의 변화량을 빠르게 산출함으로써 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 동시에 수행할 수 있는 방법 및 장치가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 다음과 같은 해결 과제를 목적으로 한다.

[0010] 본 발명은 초음파를 이용해 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 일원화함으로써 배뇨 장애에 대한 검사의 정확성을 높이고 환자의 수치심을 줄일 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 본 발명은 기계 학습을 이용하여 환자로부터 배뇨 과정에서 단위 시간별로 획득한 2차원의 방광에 대한 초음파 이미지로부터 3차원의 방광 내 소변 영역의 부피 및 부피의 변화량을 빠르게 산출함으로써 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 동시에 수행할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당해 기술분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자가 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법은, 배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출하는 단계, 및 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치는, 배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하도록 구성된 입력 장치, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 저장하도록 구성된 메모리, 출력 장치, 및 프로세서를 포함하고, 프로세서는, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하며, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하고, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출하도록 구성되며, 출력 장치는 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하도록 구성된다.
- [0016] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 컴퓨터 프로그램은, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법을 수행하도록 구성되며, 컴퓨터 판독 가능한 저장매체에 기록된다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명은 초음파를 이용해 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 일원화함으로써 배뇨 장애에 대한 검사의 정확성을 높이고 환자의 수치심을 줄일 수 있는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.
- [0019] 본 발명은 기계 학습을 이용하여 환자로부터 배뇨 과정에서 단위 시간별로 획득한 2차원의 방광에 대한 초음파 이미지로부터 3차원의 소변 영역의 부피를 빠르게 산출함으로써 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 동시에 수행할 수 있는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당해 기술분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자가 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 배뇨 장애 환자의 진단 및 치료에 대한 알고리즘의 예를 도시한다.
- 도 2는 배뇨 장애 환자에 대한 요속 측정 검사의 일 예를 도시한다.
- 도 3은 배뇨 장애 환자에 대한 잔뇨 측정 검사의 일 예를 도시한다.
- 도 4는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법의 일 예를 도시한다.
- 도 5는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치의 일 예를 도시한다.
- 도 6a 내지 6c는 배뇨 과정에서 방광, 배뇨근(detrusor muscle) 및 소변 영역의 변화를 도시한다.
- 도 7a 내지 도 7b는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨를 수행하는 환자로부터 획득한 초음파 이미지에서 방광의 외벽 영역, 배뇨근 영역 및 소변 영역을 분리하는 과정의 일 예를 도시한다.
- 도 8은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 기계 학습 기반 소변 영역 분리 모델을 생성하기 위한 다층 인공 신경망(multi-layer perceptron, MLP)의 구조를 도시한다.
- 도 9는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 2차원의 초음파 이미지로부터 3차원의 소변의 부피를 산출하는 과정을 도시한다.
- 도 10은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법에 의하여 측정된 요속의 그래프

및 요량의 그래프를 도시한다.

도 11은 도 2의 요속 측정 검사의 방법에 의하여 측정된 요속의 그래프를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.
- [0025] 도 1은 배뇨 장애 환자의 진단 및 치료에 대한 알고리즘의 예를 도시한다.
- [0026] 배뇨 장애(dysuria)는 소변을 보는 과정에서, 생길 수 있는 이상 상태를 포괄적으로 일컫는다. 배뇨 장애는 방광, 전립선 및 요도에 이상이 있을 때 일반인들이 흔하게 접하게 되는 질환이다. 배뇨 장애의 대표적인 질환으로는 남성에서의 전립선 비대증(benign prostatic hyperplasia)과 여성에서의 긴장성 요실금(stress incontinence), 모든 성별 및 연령에서 나타날 수 있는 신경인성 방광(neurogenic bladder) 등이 있다. 최근 한국의 사회 구조가 고령화 되면서, 남성 중 약 50%의 환자군이 전립선 비대증으로 인한 배뇨 장애 증상을 호소하고 있다. 또한, 과민성 방광(overactive bladder)의 유병율은 인구의 약 12.2%에서 조사되었으며, 이 역시 한국의 사회 구조의 고령화와 연관성이 있다.
- [0027] 도 1을 참고하면, S101 단계에서 배뇨 장애로 내원하는 환자들에게, 임상 의는 S103 이하의 단계를 통해 병력 청취, 검사 등을 통해 배뇨 장애의 심각도를 구분을 한다.
- [0028] S103 단계에서, 임상 의는 병력 청취를 통해, 이전 수술력, 요도 협착(urethral stricture) 및 요소 손상의 가능성, 방광암(bladder cancer) 등을 의심할 수 있는 무통성 혈뇨, 신경인성 방광을 암시하는 급박뇨(urgency) 등을 확인한다.
- [0029] S105 단계에서, 임상 의는 배뇨 기능에 대한 설문지(international prostate symptom score, IPSS), 과민성 방광증상 점수 설문지(overactive bladder symptom score, OABSS), 요속(urinary flow rate, UFR)에 대한 요속 측정 검사(uroflowmetry) 및 잔뇨량(residual urine volume, RV)에 대한 방광 스캔(bladder scan)을 통한 잔뇨 측정 검사를 진행한다. 남성 환자의 경우, 임상 의는 전립선 특이 항원(prostate specific antigen, PSA), 전립선 초음파 검사(transrectal ultrasound, TRUS) 및 직장 수지 검사 등의 추가적인 검사를 진행한다.
- [0030] S107 단계에서, 임상 의는 S105 단계의 진단 검사 결과에 의하여 배뇨 장애로 진단된 환자를 배뇨 장애의 심각도에 따라서 구분하고 1차적 치료로서 약물치료를 권고한다. 임상 의는 환자의 증상 등을 고려하여 알파 차단제(alpha blocker), 항콜린제(anti-cholinergics), 5-알파 환원억제제(5-alpha-reductase inhibitor, 5-ARI) 등을 사용하고, 설문지, 요속 측정 검사 및 잔뇨 측정 검사를 통해 치료 반응을 확인한다.
- [0031] S109 단계에서, 임상 의는 3, 6, 9, 12 개월마다 경과를 관찰하기 위한 배뇨 증상 설문지, 약제 또는 치료 방법에 따른 치료 평가, 수술적 방법에 따른 치료 평가를 통해 치료 평가 검사를 수행한다.
- [0032] 본 발명은 S105 단계의 요속 측정 검사 및 잔뇨 측정 검사를 일원화하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.
- [0034] 도 2는 배뇨 장애 환자에 대한 요속 측정 검사의 일 예를 도시한다.
- [0035] 도 3은 배뇨 장애 환자에 대한 잔뇨 측정 검사의 일 예를 도시한다.
- [0036] 구체적으로, 도 2 및 도 3은 배뇨 장애를 진단하기 위한 두 가지 객관적인 검사를 도시한다.
- [0037] 배뇨 장애에 대한 객관적 검사는 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사로 이원화되어 있다.
- [0038] 도 2를 참고하면, 요속 측정 검사(uroflowmetry)는 환자가 수집통(210)에 배뇨를 하고 수집통(210)에서 실시간으로 유량을 체크함으로써 요속(230) 및 요속의 변화 양상을 측정하여 배뇨에 대한 복수의 인자 값을 수집하는 것이다. 요속 측정 검사를 통해 임상 의는 환자의 방광 및 괄약근이 얼마나 잘 기능하는지를 판단할 수 있다. 요속 측정 검사를 통해 얻을 수 있는 복수의 인자 값으로는 최대 요속, 총 배뇨 시간, 최대 요속에 도달하기까지 걸리는 시간, 소변의 양이 있다.

- [0039] 임상외는 요속의 그래프가 정상적인 형태를 갖는지 여부로부터 요로 내 방해물의 존재 여부를 판단할 수 있다. 임상외는 요속의 평균 값 및 최대 값으로부터 요로가 막히는지 내지 요로 내 방해물이 얼마나 심각한지 여부를 판단할 수 있다. 또한, 요속 측정 검사의 결과는 전립선 비대증과 같은 다른 비뇨기 질환을 확인하는 데에도 사용될 수 있다.
- [0040] 그러나, 요속 측정 검사는 구조적으로 검사의 부정확성이 야기될 수 있는 문제점이 있다. 한정된 수집통에 배뇨를 하는 구조이기 때문에 배뇨 과정에서 소변이 수집통에 모두 수집되지 않을 여지가 존재한다. 특히, 남성 환자는 검사 기기의 구조적 문제점으로 인하여 평상시와 같은 배뇨를 할 수 없음을 호소하는 경우가 많다.
- [0041] 도 3을 참고하면, 잔뇨 측정 검사는 초음파를 이용하여 방광 스캔(bladder scan, 310)을 수행함으로써 방광 내 잔뇨량(residual urine volume, RV)을 측정하는 것이다. 구체적으로, 잔뇨 측정 검사는 초음파 스캔 장치(310)를 이용해 방광에 대하여 부켓살 모양으로 훑은 후 검은 음영인 소변의 부피를 측정하는 것이다. 잔뇨 측정 검사의 경우, 임상외가 잔뇨를 측정할 때 환자는 침대에 누워야 하며, 방광의 해부학적 위치가 골반에 있기 때문에 환자들이 수치심을 느끼는 문제점이 있다.
- [0042] 방광은 소변의 저장과 배출을 담당하는 속이 빈 주머니 같은 근육 기관이며, 인간의 골반 정중앙에 위치하고 있다. 배뇨 장애가 있는 환자에서, 방광의 근육층의 두께는 방광의 용적 및 배뇨 증상의 심각도와 연관성이 있음은 알려져 있다. 이러한 방광 초음파 검사의 효용성이 입증되어 있음에도 불구하고, 임상외들은 배뇨 장애 진단을 위한 방광 초음파 검사의 진단적 실익 대비 비용을 고려하여, 방광 초음파 검사를 제한적으로 사용하고 있다.
- [0043] 따라서, 초음파를 이용해 요속 측정 검사와 잔뇨 측정 검사를 일원화함으로써 배뇨 장애에 대한 검사의 정확성을 높이고 환자의 수치심을 줄일 수 있는 방법 및 장치가 필요한 실정이다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법의 일 예를 도시한다.
- [0046] S401 단계에서, 배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득한다. 구체적으로, S401 단계는 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치의 내부에 포함된, 또는 장치의 외부에 연결된 초음파 이미지 장치로부터 배뇨를 수행하는 환자의 방광에 대하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하는 것이다.
- [0047] 단위 시간은 초음파 이미지 장치에서 설정된 초당 프레임 수(frame per second, fps)에 따라 설정될 수 있다. 예를 들어, 초음파 이미지 장치의 초당 프레임 수가 60 fps로 설정된 경우, 배뇨를 수행하는 과정에서 방광에 대하여 초당 60개의 초음파 이미지를 획득할 수 있다. 즉, 이 경우, 초음파 이미지를 획득하기 위한 단위 시간은 1/60 초이다. 단위 시간은 해당 환자의 통상적인 배뇨 시간 및 초음파 이미지 장치의 총 프레임 수를 고려하여 적응적으로 조정할 수 있다. 즉, 총 프레임 수가 고정되었을 때, 통상적인 배뇨 시간이 짧은 환자에게는 더 높은 fps를 설정함으로써 더 짧은 단위 시간을 설정할 수 있다. 또한, 통상적인 배뇨 시간이 긴 환자에게는 더 낮은 fps를 설정함으로써 더 긴 단위 시간을 설정할 수 있다.
- [0048] 초음파 이미지 장치는 배뇨를 수행하는 환자의 방광에 대한 실시간 초음파 이미지를 획득하기 위하여 환자가 배뇨를 수행하는 동안 환자의 하복부에 고정적으로 위치하여야 한다. 일 실시 예에 따르면, 초음파 이미지 장치는 벨트를 이용하여 환자의 하복부에 고정될 수 있으며, 환자는 벨트 형태의 초음파 이미지 장치를 장착한 상태에서 배뇨를 수행할 수 있다.
- [0049] 배뇨를 수행하는 환자에 대한 배뇨 과정에서의 실시간 초음파 이미지 획득은 도 2의 요속 측정 검사와 비교할 때 환자의 배뇨 자세로 인한 구조적인 부정확성을 원천적으로 차단할 수 있다.
- [0050] 또한, 환자가 평상시처럼 배뇨를 하면서 초음파 이미지를 획득하기 때문에, 도 3의 잔뇨 측정 검사와 비교할 때 환자가 침대에 누워서 임상외에 대하여 수치심을 느끼는 문제점을 해결할 수 있다.
- [0051] S403 단계에서, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득한다.
- [0052] 소변 영역은 초음파 이미지 중에서 검은 음영으로 되어 있다. 따라서, 초음파 이미지의 각 픽셀에 대한 RGB(red-green-blue) 분석을 통하여 소변 영역 이미지를 획득할 수 있다.
- [0053] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는, 단위

시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리하는 단계, 및 소변 영역으로서 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계를 포함할 수 있다. 방광의 외벽 영역은 방광의 초음파 이미지에서 검은 음영 부분의 바깥쪽 테두리를 의미한다. 배뇨근 영역은 검은 음영 부분 중 완전히 검은 소변 영역과 외벽 영역 사이의 회색 영역을 의미한다. 소변 영역은 방광의 초음파 이미지에서 검은 음영 부분 중 완전히 검은 부분을 의미한다.

[0054] 일 실시 예에 따르면, 방광의 외벽 영역은 인접한 픽셀들 사이의 RGB 값의 차이가 소정의 임계치보다 높은 테두리의 영역을 의미한다. 즉, 방광의 외벽 영역을 경계로 안쪽 영역의 RGB 값과 바깥쪽 영역의 RGB 값의 차이는 소정의 임계치보다 높다. 방광의 외벽 영역을 경계로 안쪽 영역의 RGB 값은 바깥쪽 영역의 RGB 값에 비하여 상대적으로 검은 색의 RGB와 가깝기 때문에, 검은 음영 부분이라고 지칭할 수 있다.

[0055] 일 실시 예에 따르면, 배뇨근 영역은 검은 음영 부분 내 픽셀들 중에서 RGB의 값이 소정의 임계치보다 높은 픽셀들이 이루는 영역, 즉, 검정색의 RGB 값에 가깝지 않은 픽셀들이 이루는 영역을 의미한다.

[0056] 일 실시 예에 따르면, 소변 영역은 검은 음영 부분 내 픽셀들 중에서 RGB의 값이 소정의 임계치보다 낮은 픽셀들이 이루는 영역, 즉, 검정색의 RGB 값에 가까운 픽셀들이 이루는 영역을 의미한다. 소변 영역의 RGB 값은 초음파 이미지 내에서 상대적으로 검은 방광의 외벽 안쪽 영역에서 소변 영역 외 다른 영역의 RGB 값에 비하여 상대적으로 검정색의 RGB와 가깝기 때문에, 완전히 검은 부분이라고 지칭할 수 있다.

[0057] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 기계 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 소변 영역 이미지를 분석할 수 있다. 또한, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 기계 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리할 수 있다.

[0058] 기계 학습을 이용하여 소변 영역 이미지의 분석을 수행할 때, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는, 메모리에 저장된 소변 영역 분리 모델을 이용하여 수행된다.

[0059] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 소변 영역 분리 모델은 입력 계층, 복수의 은닉 계층 및 출력 계층으로 구성된다. 여기서, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는, 입력 계층에 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB(red-green-blue) 값을 입력하는 단계, 복수의 은닉 계층 각각 내에 저장된 복수 개의 노드로 정의되는 유닛들과 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 연결하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하는 단계, 및 예측 값이 소정의 임계치 이상인 경우, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀로서 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계를 포함한다.

[0060] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 유닛들은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 규합시켜 형성되고, 출력 계층은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라는 예측 결과 유닛인 참(true) 유닛과 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아니라는 예측 결과 유닛인 거짓(false) 유닛을 포함한다. 여기서, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하는 단계는, 유닛들 중 어느 하나가 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 높다고 예측되는 경우, 참 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하는 단계, 유닛들 중 어느 하나가 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 낮다고 예측되는 경우, 참 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하는 단계, 및 유닛들과 참 유닛 사이의 연결들에 대한 총합이 양이거나 미리 설정된 값보다 큰 경우, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라고 나타내는 예측 값을 생성하는 단계를 포함한다.

[0061] 상기와 동일한 방법으로, 기계 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 각각의 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리할 수 있다.

[0062] S405 단계에서, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출한다.

[0063] 방광은 소변의 양에 따라서 물 풍선과 같이 부피가 늘거나 또는 줄기 때문에, 하나의 구로 가정하고 부피를 산출할 수 있다. 소변 영역이 완전한 원의 모양은 아니기 때문에, 소변 영역과 동일한 면적을 갖는 원의 반지름을

산출한 뒤, 산출한 반지름을 갖는 구의 부피를 산출함으로써 예상 소변 부피를 산출할 수 있다. 이러한 방법을 통하여 2차원의 초음파 이미지로부터 3차원의 예상 소변 부피를 산출할 수 있다.

- [0064] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계는, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적과 동일한 면적의 원의 반지름을 산출하는 단계, 및 반지름을 갖는 구의 부피로서 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하는 단계를 포함한다.
- [0065] S407 단계에서, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출한다.
- [0066] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 적어도 하나의 파라미터는, 단위 시간별 요속, 방광을 비우는 데 걸리는 시간, 요량, 잔뇨량 중 적어도 하나를 포함한다. 여기서, 단위 시간별 요속은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간별 변화량이다. 즉, 단위 시간별 요속은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간에 대한 미분 값이다. 방광을 비우는 데 걸리는 시간은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점부터 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점까지의 시간 구간의 길이이다. 요량의 값은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점에 산출된 예상 소변 부피와 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 차이이다. 요량의 값은, 단위 시간별 요속의 단위 시간에 대한 적분 값이기도 한다. 잔뇨량의 값은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 값이다.
- [0067] S409 단계에서, S407 단계에서 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력한다. 구체적으로, S409 단계는 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치의 내부에 포함된, 또는 장치의 외부에 연결된 다른 장치에게 S407 단계에서 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하는 것이다. 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치의 내부에 포함된, 또는 장치의 외부에 연결된 다른 장치는 시각적으로 S407 단계에서 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값을 디스플레이 하는 디스플레이 장치, 또는 유선으로 연결되거나 또는 네트워크를 통해 무선으로 연결된 다른 단말 장치로 S407 단계에서 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값을 전송하는 유무선 통신 장치, 또는 S407 단계에서 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값을 저장하는 메모리 등을 포함할 수 있다.
- [0068] S407 단계에서 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값은 배뇨가 수행되는 시간 동안 단위 시간별로 각각의 시간 값에 일대일 대응되는 값이기 때문에, 행 또는 열이 단위 시간별 시간 값인 표(table)의 형태로서, 또는 x축 또는 y축이 단위 시간별 시간 값인 그래프의 형태로서 출력될 수 있다.
- [0069] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 컴퓨터 프로그램은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법을 수행하도록 구성되며, 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 기록될 수 있다.
- [0071] 도 5는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치의 일 예를 도시한다.
- [0072] 도 5를 참고하면, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치(500)는 입력 장치(501), 메모리(503), 프로세서(505) 및 출력 장치(507)를 포함한다.
- [0073] 입력 장치(input device, 501)는, 프로세서(505)와 연결되고 정보 등을 입력한다. 일 실시 예에 따라서, 입력 장치(501)는 유선으로 연결되거나 또는 네트워크를 통해 무선으로 연결된 다른 장치로부터 정보 등을 수신하여 입력할 수 있다.
- [0074] 일 실시 예에 따라서, 입력 장치(501)는 배뇨를 수행하는 환자로부터 방광에 대한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하도록 구성된다. 구체적으로, 입력 장치(501)는 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치(500)의 내부에 포함된, 또는 장치(500)의 외부에 연결된 초음파 이미지 장치로부터 배뇨를 수행하는 환자의 방광에 대하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지를 획득하도록 구성된다.
- [0075] 단위 시간은 초음파 이미지 장치에서 설정된 초당 프레임 수(frame per second, fps)에 따라 설정될 수 있다. 예를 들어, 초음파 이미지 장치의 초당 프레임 수가 60 fps로 설정된 경우, 배뇨를 수행하는 과정에서 방광에 대하여 초당 60개의 초음파 이미지를 획득할 수 있다. 즉, 이 경우, 초음파 이미지를 획득하기 위한 단위 시간은 1/60 초이다. 단위 시간은 해당 환자의 통상적인 배뇨 시간 및 초음파 이미지 장치의 총 프레임 수를 고려하여 적응적으로 조정할 수 있다. 즉, 총 프레임 수가 고정되었을 때, 통상적인 배뇨 시간이 짧은 환자에게는 더 높은 fps를 설정함으로써 더 짧은 단위 시간을 설정할 수 있다. 또한, 통상적인 배뇨 시간이 긴 환자에게는 더

낮은 fps를 설정함으로써 더 긴 단위 시간을 설정할 수 있다.

- [0076] 초음파 이미지 장치는 배뇨를 수행하는 환자의 방광에 대한 실시간 초음파 이미지를 획득하기 위하여 환자가 배뇨를 수행하는 동안 환자의 하복부에 고정적으로 위치하여야 한다. 일 실시 예에 따르면, 초음파 이미지 장치는 벨트를 이용하여 환자의 하복부에 고정될 수 있으며, 환자는 벨트 형태의 초음파 이미지 장치를 장착한 상태에서 배뇨를 수행할 수 있다.
- [0077] 배뇨를 수행하는 환자에 대한 배뇨 과정에서의 실시간 초음파 이미지 획득은 도 2의 요속 측정 검사와 비교할 때 환자의 배뇨 자세로 인한 구조적인 부정확성을 원천적으로 차단할 수 있다.
- [0078] 또한, 환자가 평상시처럼 배뇨를 하면서 초음파 이미지를 획득하기 때문에, 도 3의 잔뇨 측정 검사와 비교할 때 환자가 침대에 누워서 임상에 대하여 수치심을 느끼는 문제점을 해결할 수 있다.
- [0079] 메모리(503)는, 프로세서(505)와 연결되고 프로세서(505)의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 메모리(503)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 메모리(503)는 프로세서(505)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다. 일 실시 예에 따라서, 메모리(503)는 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지가 저장하도록 구성될 수 있다. 일 실시 예에 따라서, 메모리(503)는 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 소변 영역 이미지를 분리하기 위한 소변 영역 분리 모델을 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0080] 프로세서(505)는, 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 프로세서(505)는 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치(500)의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(505)는 입력 장치(501) 및 출력 장치(505)를 통해 정보 등을 입력 및 출력한다. 또한, 프로세서(505)는 메모리(503)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 프로세서(505)는 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다.
- [0081] 프로세서(505)는, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하며, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하고, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피에 기초하여 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 산출하도록 구성된다.
- [0082] 소변 영역은 초음파 이미지 중에서 검은 음영으로 되어 있다. 따라서, 초음파 이미지의 각 픽셀에 대한 RGB(red-green-blue) 분석을 통하여 소변 영역 이미지를 획득할 수 있다.
- [0083] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로세서(505)는, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리하고, 소변 영역으로서 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하도록 더 구성될 수 있다.
- [0084] 방광의 외벽 영역은 방광의 초음파 이미지에서 검은 음영 부분의 바깥쪽 테두리를 의미한다. 일 실시 예에 따르면, 방광의 외벽 영역은 인접한 픽셀들 사이의 RGB 값의 차이가 소정의 임계치보다 높은 테두리의 영역을 의미한다. 즉, 방광의 외벽 영역을 경계로 안쪽 영역의 RGB 값과 바깥쪽 영역의 RGB 값의 차이는 소정의 임계치보다 높다. 방광의 외벽 영역을 경계로 안쪽 영역의 RGB 값은 바깥쪽 영역의 RGB 값에 비하여 상대적으로 검은 색의 RGB와 가깝기 때문에, 검은 음영 부분이라고 지칭할 수 있다.
- [0085] 배뇨근 영역은 검은 음영 부분 중 완전히 검은 소변 영역과 외벽 영역 사이의 회색 영역을 의미한다. 일 실시 예에 따르면, 배뇨근 영역은 검은 음영 부분 내 픽셀들 중에서 RGB의 값이 소정의 임계치보다 높은 픽셀들이 이루는 영역, 즉, 검정색의 RGB 값인 (0, 0, 0)에 가깝지 않은 픽셀들이 이루는 영역을 의미한다.
- [0086] 소변 영역은 방광의 초음파 이미지에서 검은 음영 부분 중 완전히 검은 부분을 의미한다. 일 실시 예에 따르면, 소변 영역은 검은 음영 부분 내 픽셀들 중에서 RGB의 값이 소정의 임계치보다 낮은 픽셀들이 이루는 영역, 즉, 검정색의 RGB 값에 가까운 픽셀들이 이루는 영역을 의미한다. 소변 영역의 RGB 값은 초음파 이미지 내에서 상대적으로 검은 방광의 외벽 안쪽 영역에서 소변 영역 외 다른 영역의 RGB 값에 비하여 상대적으로 검정색의 RGB와 가깝기 때문에, 완전히 검은 부분이라고 지칭할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로세서(505)는 기계 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 소변 영역 이미지를 분석하도록 구성될 수 있다. 또한, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 기계 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리할 수 있다.
- [0088] 프로세서(505)는, 기계 학습을 이용하여 소변 영역 이미지의 분석을 수행할 때, 메모리에 저장된 소변 영역 분

리 모델을 이용하여 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하도록 구성될 수 있다.

- [0089] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 소변 영역 분리 모델은 입력 계층, 복수의 은닉 계층 및 출력 계층으로 구성된다. 여기서, 프로세서(505)는, 입력 계층에 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB(red-green-blue) 값을 입력하고, 복수의 은닉 계층 각각 내에 저장된 복수 개의 노드로 정의되는 유닛들과 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 연결하며, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하고, 예측 값이 소정의 임계치 이상인 경우, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀로서 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하도록 구성될 수 있다.
- [0090] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 유닛들은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 규합시켜 형성되고, 출력 계층은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라는 예측 결과 유닛인 참(true) 유닛과 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아니라는 예측 결과 유닛인 거짓(false) 유닛을 포함한다. 여기서, 프로세서(505)는, 유닛들 중 어느 하나가 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 높다고 예측되는 경우, 참 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하며, 유닛들 중 어느 하나가 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 낮다고 예측되는 경우, 참 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하며, 유닛들과 참 유닛 사이의 연결들에 대한 총합이 양이거나 미리 설정된 값보다 큰 경우, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라고 나타내는 예측 값을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0091] 상기와 동일한 방법으로, 프로세서(505)는, 기계 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 각각의 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리하도록 구성될 수 있다.
- [0092] 방광은 소변의 양에 따라서 물 풍선과 같이 부피가 늘거나 또는 줄기 때문에, 하나의 구로 가정하고 부피를 산출할 수 있다. 소변 영역이 완전한 원의 모양은 아니기 때문에, 소변 영역과 동일한 면적을 갖는 원의 반지름을 산출한 뒤, 산출한 반지름을 갖는 구의 부피를 산출함으로써 예상 소변 부피를 산출할 수 있다. 이러한 방법을 통하여 프로세서(505)는 2차원의 초음파 이미지로부터 3차원의 예상 소변 부피를 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0093] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 프로세서(505)는, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지의 면적과 동일한 면적의 원의 반지름을 산출하고, 반지름을 갖는 구의 부피로서 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피를 산출하도록 구성될 수 있다.
- [0094] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 적어도 하나의 파라미터는, 단위 시간별 요소, 방광을 비우는 데 걸리는 시간, 요량, 잔뇨량 중 적어도 하나를 포함한다. 여기서, 단위 시간별 요소는, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간별 변화량이다. 즉, 단위 시간별 요소는, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간에 대한 미분 값이다. 방광을 비우는 데 걸리는 시간은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점부터 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점까지의 시간 구간의 길이이다. 요량의 값은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화하기 시작한 시점에 산출된 예상 소변 부피와 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 차이다. 요량의 값은, 단위 시간별 요소의 단위 시간에 대한 적분 값이기도 한다. 잔뇨량의 값은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피의 값이다.
- [0095] 출력 장치(output device, 507)는, 프로세서(505)와 연결되고 정보 등을 출력한다. 출력 장치(507)는 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하도록 구성된다.
- [0096] 일 실시 예에 따라서, 출력 장치(507)는 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치(500)의 내부에 포함된, 또는 장치(500)의 외부에 연결된 다른 장치에게 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 출력하도록 구성될 수 있다. 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치(500)의 내부에 포함된, 또는 장치(500)의 외부에 연결된 다른 장치는 시각적으로 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 디스플레이 하는 디스플레이 장치, 또는 유선으로 연결되거나 또는 네트워크를 통해 무선으로 연결된 다른 단말 장치로 산출된 적어도 하나의 파라미터의 값을 전송하는 유무선 통신 장치, 또는 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값을 저장하는 메모리 등을 포함할 수 있다.

- [0097] 배뇨 장애에 대한 적어도 하나의 파라미터의 값은 배뇨가 수행되는 시간 동안 단위 시간별로 각각의 시간 값에 일대일 대응되는 값이기 때문에, 행 또는 열이 단위시간별 시간 값인 표(table)의 형태로서, 또는 x축 또는 y축이 단위 시간별 시간 값인 그래프의 형태로서 출력될 수 있다.
- [0099] 도 6a 내지 6c는 배뇨 과정에서 방광, 배뇨근(detrusor muscle) 및 소변 영역의 변화를 도시한다. 구체적으로, 도 6a 내지 도 6c는 방광에 소변이 가득 찼을 때부터 순차적으로 소변이 빠져나가는 과정을 도시한다.
- [0100] 본 발명은 2가지 중요한 사실에 기반하고 있다. 첫째로, 방광의 수축을 통해 소변이 배출이 되며, 수축한 방광의 부피는 배출된 소변의 부피와 동일하다. 주머니 모양의 방광의 모양을 고려할 때, 2차원으로 측정되는 초음파 이미지를 3차원으로 보정을 할 수 있으며, 이를 통해 실시간 방광의 용적을 체크할 수 있다. 둘째로, 방광의 근육층은 방광의 수축과정에서 두꺼워지는 양상을 보인다. 방광의 근육층을 따로 측정하고, 이를 바탕으로 근육층의 두께의 변화와 소변을 이미지에서 분리 인식시킨다.
- [0101] 도 6a를 참고하면, 방광(611)은 팽창하면서 방광(611)에 소변(615)이 가득 찬다. 방광(611)이 팽창하는 과정에서, 배뇨근(613, detrusor muscle)은 이완(relax) 하고, 괄약근(617, sphincter muscle)은 수축(contract)한다.
- [0102] 도 6b를 참고하면, 방광(611)이 수축하면서 방광(611)에서 소변(615)이 배출되기 시작한다. 방광(611)이 수축하는 과정에서, 배뇨근(613, detrusor muscle)은 수축(contract)하고, 괄약근(617, sphincter muscle)은 이완(relax)한다. 방광(611)이 수축한 부피는 배출된 소변의 부피와 동일하다. 또한, 방광(611)이 수축함에 따라서 배뇨근(613)은 점차 두꺼워진다.
- [0103] 도 6c를 참고하면, 방광(611)이 더 수축하면서 방광(611)에서 소변(615)이 더 배출된다. 방광(611)이 수축하는 과정에서, 배뇨근(613, detrusor muscle)은 수축(contract)하고, 괄약근(617, sphincter muscle)은 이완(relax)한다. 방광(611)이 수축한 부피는 배출된 소변의 부피와 동일하다. 또한, 방광(611)이 더 수축함에 따라서 배뇨근(613)은 더 두꺼워진다.
- [0104] 도 6a 내지 도 6c를 참고하면, 배뇨 과정에서 방광(611)의 수축한 부피에 기초하여 배출된 소변의 부피를 산출할 수 있음을 알 수 있다. 또한, 배뇨근(613)의 두께가 고정되지 않고 배뇨 과정에서 변화하기 때문에, 배뇨의 각 과정에서 배뇨근(613)의 각각의 두께를 고려하여야 함을 알 수 있다.
- [0106] 도 7a 내지 도 7b는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨를 수행하는 환자로부터 획득한 초음파 이미지에서 방광의 외벽 영역, 배뇨근 영역 및 소변 영역을 분리하는 과정의 일 예를 도시한다.
- [0107] 본 발명의 실행 가능성(feasibility) 내지 산업상 이용 가능성(industrial applicability)을 평가하기 위하여 2017년 3월부터 2017년 5월까지 요속 측정 검사, 잔뇨 측정 검사 및 배뇨 중 실시간 초음파 이미지의 촬영에 동의한, 배뇨 장애를 호소하는 3명의 환자와 정상군 3명의 환자들을 대상으로 실험을 진행하였다.
- [0108] 실시간의 방광의 용적의 변화를 확인하기 위해서는 방광의 초음파 이미지를 기계 학습(machine learning) 중 심층 학습(deep learning) 기법으로 방광 내 소변 영역, 방광 내 배뇨근의 층, 방광의 외벽을 인식시키고자 하였다. 이를 위해서는 순환 신경망(recurrent neural network, RNN) 기법을 이용하였다.
- [0109] 도 7a 및 도 7b를 참고하면, 배뇨 중 실시간으로 촬영한 초음파 이미지로부터 방광 내 소변 영역, 방광 내 배뇨근의 층, 방광의 외벽을 감별함에 있어서, 심층 학습을 이용한 분석법이 효용성이 있음을 확인하였다.
- [0110] 도 7a를 참고하면, 배뇨 중 실시간으로 촬영한 방광의 초음파 이미지(710) 중에서 방광의 영역(711)을 육안으로 확인할 수 있다.
- [0111] 도 7b를 참고하면, 도 7a의 초음파 이미지(710)에 대하여, 심층 학습을 이용하여 방광 내 소변 영역(731), 방광 내 배뇨근의 층(733), 방광의 외벽(735)을 분리할 수 있음을 알 수 있다.
- [0112] 기계 학습 중 심층 학습을 이용하여 소변 영역 이미지의 분석을 수행할 때, 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는, 메모리에 저장된 소변 영역 분리 모델을 이용하여 수행된다.
- [0113] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 소변 영역 분리 모델은 입력 계층, 복수의 은닉 계층 및 출력 계층으로 구성된다. 여기서, 실시간으로 촬영한 초음파 이미지로부터 방광 내 소변 영역 이미지를 획득하는 단계는, 입력

계층에 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB(red-green-blue) 값을 입력하는 단계, 복수의 은닉 계층 각각 내에 저장된 복수 개의 노드로 정의되는 유닛들과 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 연결하는 단계, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하는 단계, 및 예측 값이 소정의 임계치 이상인 경우, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀로서 단위 시간별 적어도 하나의 소변 영역 이미지를 획득하는 단계를 포함한다.

[0114] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 유닛들은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값을 규합시켜 형성되고, 출력 계층은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라는 예측 결과 유닛인 참(true) 유닛과 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아니라는 예측 결과 유닛인 거짓(false) 유닛을 포함한다. 여기서, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 유닛들 간의 상관 관계에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 소변 영역 여부에 대한 예측 값을 생성하는 단계는, 유닛들 중 어느 하나가 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 높다고 예측되는 경우, 참 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하는 단계, 유닛들 중 어느 하나가 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역일 가능성이 낮다고 예측되는 경우, 참 유닛과의 연결에 대해서 음의 값을 갖는 가중치를 부여하고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서 양의 값을 갖는 가중치를 부여하는 단계, 및 유닛들과 참 유닛 사이의 연결들에 대한 총합이 양이거나 미리 설정된 값보다 큰 경우, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라고 나타내는 예측 값을 생성하는 단계를 포함한다.

[0115] 상기와 동일한 방법으로, 기계 학습 중 심층 학습을 이용하여 초음파 이미지로부터 각각의 방광의 외벽 영역, 배뇨근(detrusor muscle) 영역, 소변 영역을 분리할 수 있다.

[0117] 도 8은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 기계 학습 기반 소변 영역 분리 모델을 생성하기 위한 다층 인공 신경망(multi-layer perceptron, MLP)의 구조를 도시한다.

[0118] 심층 학습(deep learning)은 최근 기계 학습 분야에서 대두되고 있는 기술 중 하나로써, 복수 개의 은닉 계층(hidden layer)과 이들에 포함되는 복수 개의 유닛(hidden unit)으로 구성되는 신경망(neural network)이다. 심층 학습 모델에 기본 특성(low level feature)들을 입력하는 경우, 이러한 기본 특성들이 복수 개의 은닉 계층을 통과하면서 예측하고자 하는 문제를 보다 잘 설명할 수 있는 상위 레벨 특성(high level feature)로 변형된다. 이러한 과정에서 전문가의 사전 지식 또는 직관이 요구되지 않기 때문에 특성 추출에서의 주관적 요인을 제거할 수 있으며, 보다 높은 일반화 능력을 갖는 모델을 개발할 수 있게 된다. 나아가, 심층 학습의 경우 특징 추출과 모델 구축이 하나의 세트로 구성되어 있기 때문에 기존의 기계학습 이론들 대비 보다 단순한 과정을 통하여 최종 모델을 형성할 수 있다는 장점이 있다.

[0119] 다층 인공 신경망(multi-layer perceptron, MLP)는 심층 학습에 기반하여 여러 개의 노드가 있는 인공 신경망(artificial neural network, ANN)의 한 종류이다. 각 노드는 동물의 연결 패턴과 유사한 뉴런으로 비선형 활성화 기능을 사용한다. 이 비선형 성질은 분리할 수 없는 데이터를 선형적으로 구분할 수 있게 한다.

[0120] 도 8을 참고하면, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 MLP 모델의 인공 신경망(800)은 입력 계층(input layer)(810), 복수 개의 은닉 계층(hidden layer)(830), 출력 계층(output layer)(850)으로 구성된다.

[0121] 입력 계층(810)의 노드에는 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값과 같은 입력 데이터가 입력된다. 여기서, 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값(811)은 심층 학습 모델의 기본 특성(low level feature)에 해당한다.

[0122] 은닉 계층(830)의 노드에서는 입력된 인자들에 기초한 계산이 이루어진다. 은닉 계층(830)은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값(811)을 규합시켜 형성된 복수 개의 노드로 정의되는 유닛들이 저장된 계층이다. 은닉 계층(830)은 도 8에 도시된 바와 같이 복수 개의 은닉 계층으로 구성될 수 있다.

[0123] 예를 들어, 은닉 계층(830)이 제1 은닉 계층(831) 및 제2 은닉 계층(833)으로 구성될 경우, 제1 은닉 계층(831)은 가장 하위 특징인 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값(811)을 규합시켜 형성된 복수 개의 노드로 정의되는 제1 유닛들(832)이 저장되는 계층으로서, 제1 유닛(832)은 단위 시간별 적어도

하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값(811)의 상위 특징에 해당된다. 제2 은닉 계층(833)은 제1 은닉 계층(831)의 제1 유닛들을 규합시켜 형성된 복수 개의 노드로 정의되는 제2 유닛들(834)이 저장되는 계층으로, 제2 유닛(834)은 제1 유닛(832)의 상위 특징에 해당된다.

- [0124] 출력 계층(850)의 노드에서는 계산된 예측 결과를 나타낸다. 출력 계층(850)에는 복수 개의 예측 결과 유닛들(851)이 구비될 수 있다. 구체적으로 복수 개의 예측 결과 유닛들(851)은 참(true) 유닛 및 거짓(false) 유닛의 두 개의 유닛들로 구성될 수 있다. 구체적으로, 참 유닛은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이라는 의미를 지닌 예측 결과 유닛이고, 거짓 유닛은 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아니라는 의미를 지닌 예측 결과 유닛이다.
- [0125] 은닉 계층(830) 중 마지막 계층인 제2 은닉 계층(833)에 포함된 제2 유닛들(834)과 예측 결과 유닛들(851) 간의 연결에 대하여 각각의 가중치들이 부여되게 된다. 이러한 가중치에 기초하여 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역인지 여부를 예측하게 된다.
- [0126] 예를 들어, 제2 유닛(834) 중 어느 하나의 유닛이 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역인 것으로 예측하는 경우 참 유닛 및 거짓 유닛과 각각 연결되는데, 참 유닛과의 연결에 대해서는 양의 값을 갖는 가중치가 부여될 것이고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서는 음의 값을 갖는 가중치가 부여될 것이다. 반대로, 제2 유닛(834) 중 어느 하나의 유닛이 어느 하나의 유닛이 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역이 아닌 것으로 예측하는 경우 참 유닛 및 거짓 유닛과 각각 연결되는데, 참 유닛과의 연결에 대해서는 음의 값을 갖는 가중치가 부여될 것이고, 거짓 유닛과의 연결에 대해서는 양의 값을 갖는 가중치가 부여될 것이다.
- [0127] 복수 개의 제2 유닛들(834)과 참 유닛 사이에는 복수 개의 연결선들이 형성될 것이다. 복수 개의 연결선들의 총합이 양의 값을 갖는 경우, 입력 계층(810)에서의 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀의 RGB 값(811)은 소변 영역의 인자들로 예측될 것이다. 일 실시 예에 따라서, 이러한 단위 시간별 적어도 하나의 초음파 이미지 내 각각의 픽셀이 소변 영역인지 여부는 복수 개의 연결선들의 총합과 미리 설정된 값을 비교하여 예측할 수도 있다.
- [0128] MLP 모델의 인공 신경망(800)은 학습 파라미터들을 조정하여 학습한다. 일 실시 예에 따라서, 학습 파라미터들은 가중치 및 편차 중 적어도 하나를 포함한다. 학습 파라미터들은 기울기 하강법(gradient descent)이라는 최적화 알고리즘을 통해 반복적으로 조정된다. 주어진 데이터 샘플로부터 예측 결과가 계산될 때마다(순방향 전파, forward propagation), 예측 오류를 측정하는 손실 함수를 통해 네트워크의 성능이 평가된다. 인공 신경망(800)의 각 학습 파라미터는 손실 함수의 값을 최소화하는 방향으로 조금씩 증가하여 조정되는데, 이 과정은 역 전파(back-propagation)라고 한다.
- [0129] 상기와 같은 모델을 통해 방광에 대한 초음파 이미지로부터 소변 영역을 분리할 수 있다.
- [0130] 또한, 동일한 방식으로, 방광에 대한 초음파 이미지로부터 방광의 외벽 및 방광 내 배뇨근의 영역을 분리할 수 있다.
- [0132] 도 9는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 2차원의 초음파 이미지로부터 3차원의 소변의 부피를 산출하는 과정을 도시한다.
- [0133] 도 9를 참고하면, 반지름 r_1 및 r_2 에 대한 두 개의 구는 각각 전체 방광의 부피에 대한 구와 소변 영역(910)의 부피에 대한 구에 해당한다. r_1-r_2 는 방광 내 배뇨근(930)에 해당한다. 따라서, 반지름 r_1 의 구의 부피와 반지름 r_2 의 구의 부피의 차는 배뇨근(930)의 부피에 해당한다.
- [0134] 방광은 소변의 양에 따라서 물 풍선과 같이 부피가 늘거나 또는 줄기 때문에, 하나의 구로 가정하고 부피를 산출할 수 있다.
- [0135] 현재까지, 실시간으로 방광의 용적의 변화를 모니터링 할 수 있는 기구는 없다. 소변 또는 방광의 용적과 관련하여 현재 사용되고 있는 장치 및 방법은 두 가지이다. 첫째로, 방광에서 배출된 유량을 실시간으로 측정하는 것이 도 2의 요속 측정 검사이다. 둘째로, 초음파를 이용해서 방광 내 잔뇨를 측정하는 것이 도 3의 잔뇨 측정 검사이다.
- [0136] 본 발명은 초음파를 이용해 방광의 단면적에 기초하여 실시간으로 소변의 배출량을 산출함으로써 요속 측정 검

사와 잔뇨 측정 검사를 일원화하는 방법 및 장치를 제공한다.

- [0137] 초음파 촬영을 통해 획득할 수 있는 것은 2차원의 이미지이지만, 2차원의 이미지로부터 확인된 검은색 음영의 소변 영역을 구로 가정하여 구의 부피를 산출할 경우, 3차원의 예상 소변 부피를 산출할 수 있다.
- [0138] 소변 영역이 완전한 원의 모양은 아니기 때문에, 소변 영역과 동일한 면적을 갖는 원의 반지름을 산출한 뒤, 산출한 반지름을 갖는 구의 부피를 산출함으로써 예상 소변 부피를 산출할 수 있다. 즉, 소변 영역의 면적을 S 라고 할 때, $S = \pi r^2$ 의 수학적식을 통하여 소변 영역과 동일한 면적을 갖는 원의 반지름 r 을 산출할 수 있다.
또한, $V = \frac{4}{3}r^3$ 의 수학적식을 통하여 산출한 반지름 r 을 갖는 구의 부피를 산출함으로써 예상 소변 부피 V 를 산출할 수 있다.
- [0139] 단위 시간별로 산출한 예상 소변 부피 V 의 단위 시간별 변화량이 도 2의 요속 측정 검사에서 확인할 수 있는 단위 시간별 요속이다. 즉, 단위 시간별 요속은, 단위 시간별 적어도 하나의 예상 소변 부피의 단위 시간에 대한 미분 값이다.
- [0140] 또한, 배뇨가 끝났을 때, 즉, 단위 시간별로 산출한 예상 소변 부피가 변화를 멈춘 시점에 산출된 예상 소변 부피가 도 3의 잔뇨 측정 검사에서 확인할 수 있는 잔뇨량이다.
- [0141] 따라서, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법 및 장치에 의하면, 단위 시간별 요속과 잔뇨량을 동시에 측정할 수 있다.
- [0143] 도 10은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 배뇨 장애를 진단하기 위한 방법에 의하여 측정된 요속의 그래프 및 요량의 그래프를 도시한다.
- [0144] 도 11은 도 2의 요속 측정 검사의 방법에 의하여 측정된 요속의 그래프를 도시한다.
- [0145] 구체적으로, 도 10은 2차원의 초음파 이미지로부터 방광을 구형으로 가정을 하여 3차원으로 모델링을 한 후 산출한 단위 시간별 예상 소변 부피를 단위 시간에 대하여 미분함으로써 산출한 단위 시간별 요속의 그래프와 단위 시간별 요속을 단위 시간에 대하여 적분함으로써 산출한 단위 시간별 요량의 그래프이다. 도 10에서, 0으로부터 증가하였다가 감소하여 다시 0으로 수렴한 그래프가 요속의 그래프이고, 0으로부터 증가하며 감소하지 않는 그래프가 요량의 그래프이다. 또한, 도 11은 도 10과 동일한 환자에 대하여 도 2의 요속 측정 검사의 방법으로 측정된 요속의 그래프이다.
- [0146] 도 10의 요속의 그래프는 배뇨 과정 전체에 대하여 측정된 요속의 그래프이다. 도 10의 요속의 그래프의 가로축은 (분:초)의 시간을 나타낸다. 도 11의 요속의 그래프의 가로축은 (1/1000초) 단위의 시간을 나타내며, 원점은 도 10의 요속의 그래프의 가로축에서 (1분:00초) 시점이다.
- [0147] 도 10의 요속의 그래프와 도 11의 요속의 그래프를 비교하면, 요속의 변화에 대하여 유사한 그래프 형태를 나타낸다. 특히, 도 10의 요속의 그래프와 도 11의 요속의 그래프는 동일하게 요속이 감소하던 중 잠시 반등하였다가 다시 감소하며, 요속이 0으로 수렴하였다가 반등한 후 다시 0으로 수렴하는 그래프 형태를 나타낸다.
- [0148] 임상적은 요속의 그래프가 정상적인 형태를 갖는지 여부로부터 요로 내 방해물의 존재 여부를 판단할 수 있다. 따라서, 임상적은 도 10의 요속의 그래프와 도 11의 요속의 그래프로부터 요로 내 방해물의 존재 여부에 대하여 동일한 판단을 할 수 있다.
- [0149] 또한, 잔뇨량의 측정에 있어서도, 본 발명의 다양한 실시 예들에 따라서 측정된 잔뇨량과, 동일한 환자에 대하여 도 3의 잔뇨 측정 검사의 방법으로 측정된 잔뇨량의 오차는 6명의 환자에 대하여 평균 1cc의 미세한 차이만이 확인되었다.
- [0150] 실험을 통해 배뇨 장애를 호소하는 환자에 대하여 객관적인 비뇨 장애 검사 지표의 측정을 위해 사용되는 요속 측정 검사 및 잔뇨 측정 검사를 일원화하여 요속과 잔뇨를 동시에 측정할 수 있는 장치 및 방법의 실행 가능성(feasibility) 내지 산업상 이용 가능성(industrial applicability)을 확인하였다.
- [0152] 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시 예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application

specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 본 발명의 프로세서(505)에 구비될 수 있다.

[0153] 한편, 상술한 방법은, 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터 판독 가능 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 또한, 상술한 방법에서 사용된 데이터의 구조는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체에 여러 수단을 통하여 기록될 수 있다. 본 발명의 다양한 방법들을 수행하기 위한 실행 가능한 컴퓨터 코드를 포함하는 저장 디바이스를 설명하기 위해 사용될 수 있는 프로그램 저장 디바이스들은, 반송파(carrier waves)나 신호들과 같이 일시적인 대상들은 포함하는 것으로 이해되지는 않아야 한다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, DVD 등)와 같은 저장 매체를 포함한다.

[0154] 이상에서 설명된 실시 예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시 예를 구성하는 것도 가능하다. 발명의 실시 예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시 예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시 예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시 예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시 예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

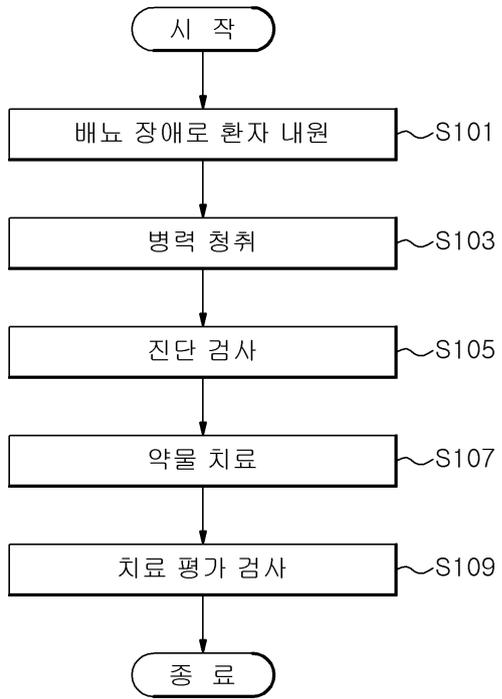
[0155] 본 발명이 본 발명의 기술적 사상 및 본질적인 특징을 벗어나지 않고 다른 형태로 구체화될 수 있음은 본 발명이 속한 분야 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 따라서, 상기 실시 예는 제한적인 것이 아니라 예시적인 모든 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 권리범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석 및 본 발명의 균등한 범위 내 가능한 모든 변화에 의하여 결정되어야 한다.

부호의 설명

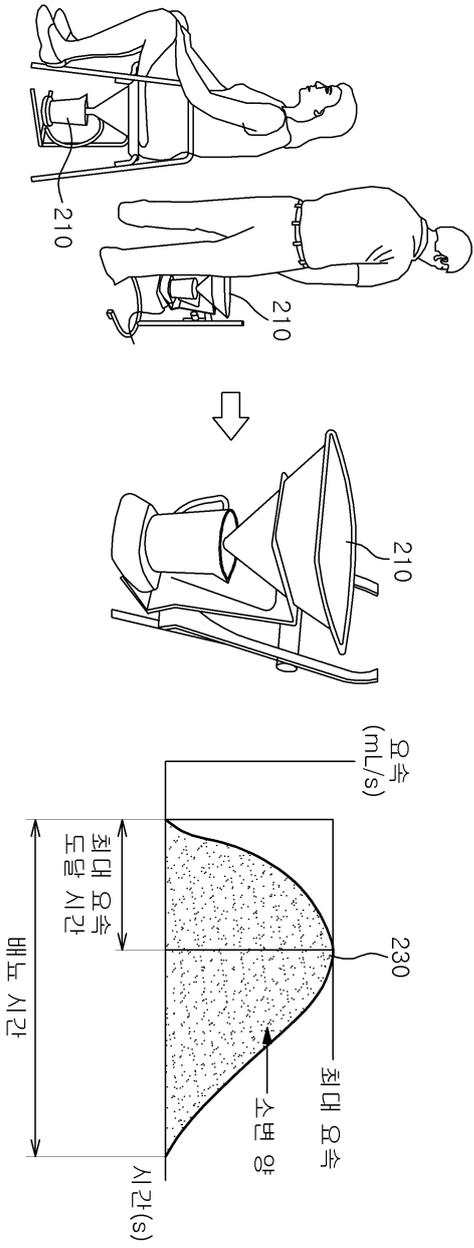
- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| [0157] 210: 요소 측정 검사용 수집통 | 230: 요소의 그래프 |
| 310: 방광 초음파 스캔 장치 | 500: 배뇨 장애를 진단하기 위한 장치 |
| 501: 입력 장치 | 503: 메모리 |
| 505: 프로세서 | 507: 출력 장치 |
| 611: 방광 | 613: 배뇨근 |
| 615: 소변 | 617: 괄약근 |
| 710: 방광의 초음파 이미지 | 711: 방광의 영역 |
| 731: 방광 내 소변 영역 | 733: 방광 내 배뇨근의 층 |
| 735: 방광의 외벽 | 800: 인공 신경망 |
| 810: 입력 계층 | 811: 초음파 이미지 내 픽셀의 RGB 값 |
| 830: 은닉 계층 | 831: 제1 은닉 계층 |
| 832: 제1 유닛들 | 833: 제2 은닉 계층 |
| 834: 제2 유닛들 | 850: 출력 계층 |
| 851: 예측 결과 유닛들 | 910: 방광 내 소변 영역 |
| 930: 방광 내 배뇨근 | |

도면

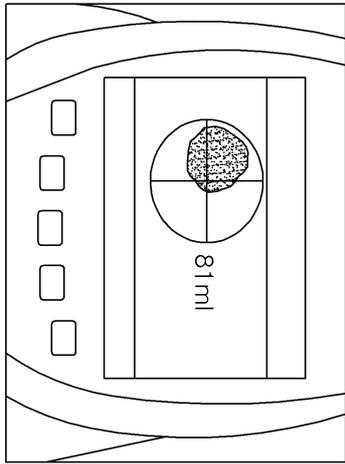
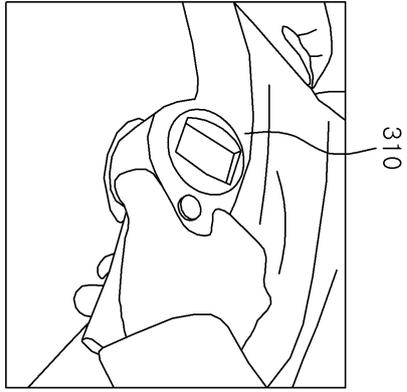
도면1



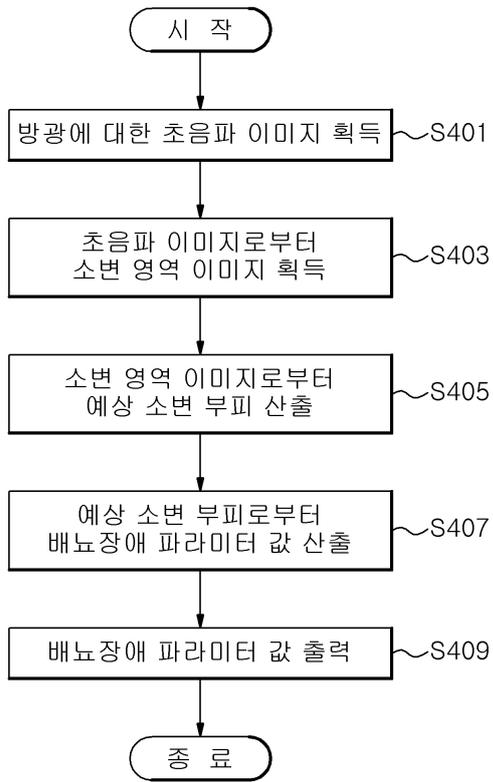
도면2



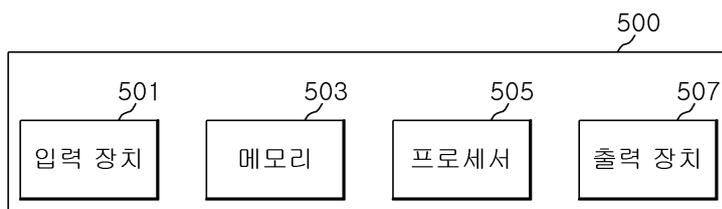
도면3



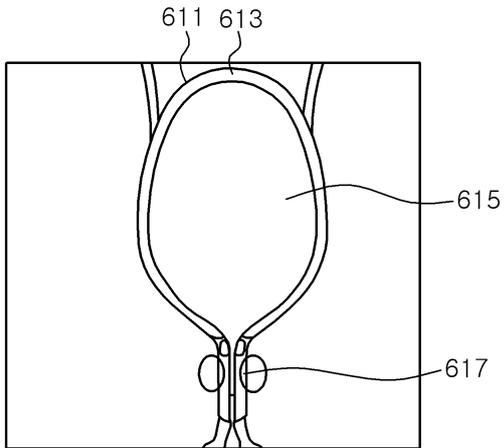
도면4



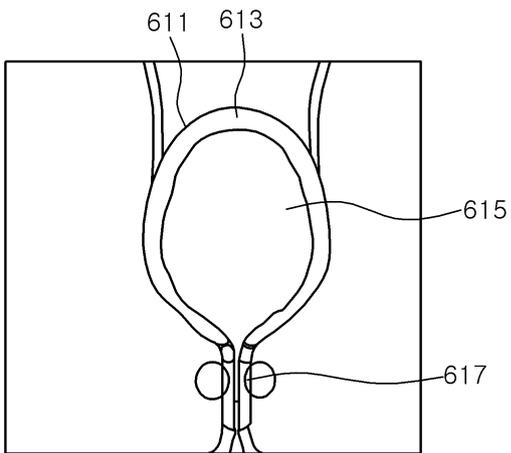
도면5



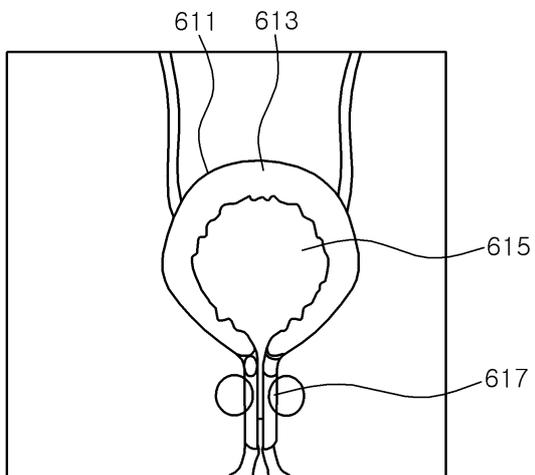
도면6a



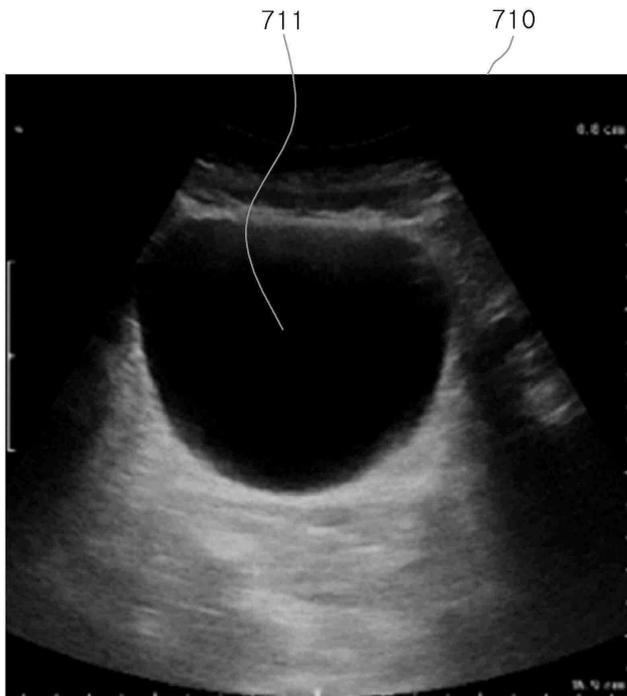
도면6b



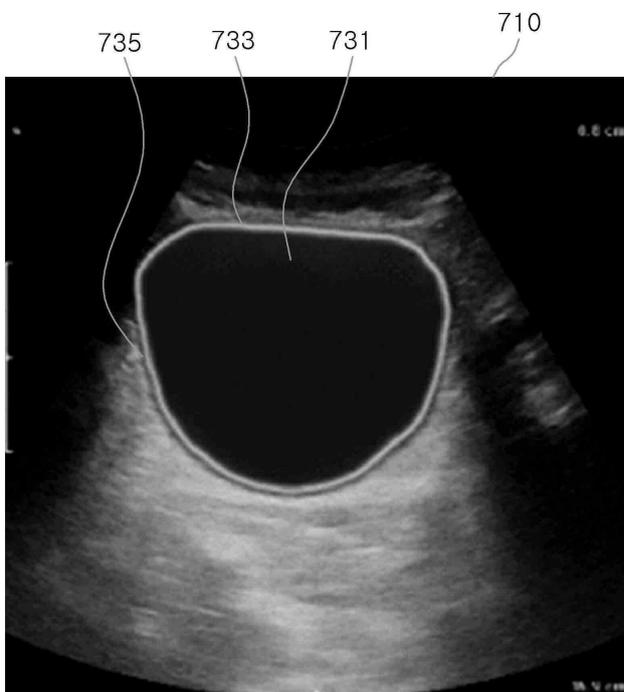
도면6c



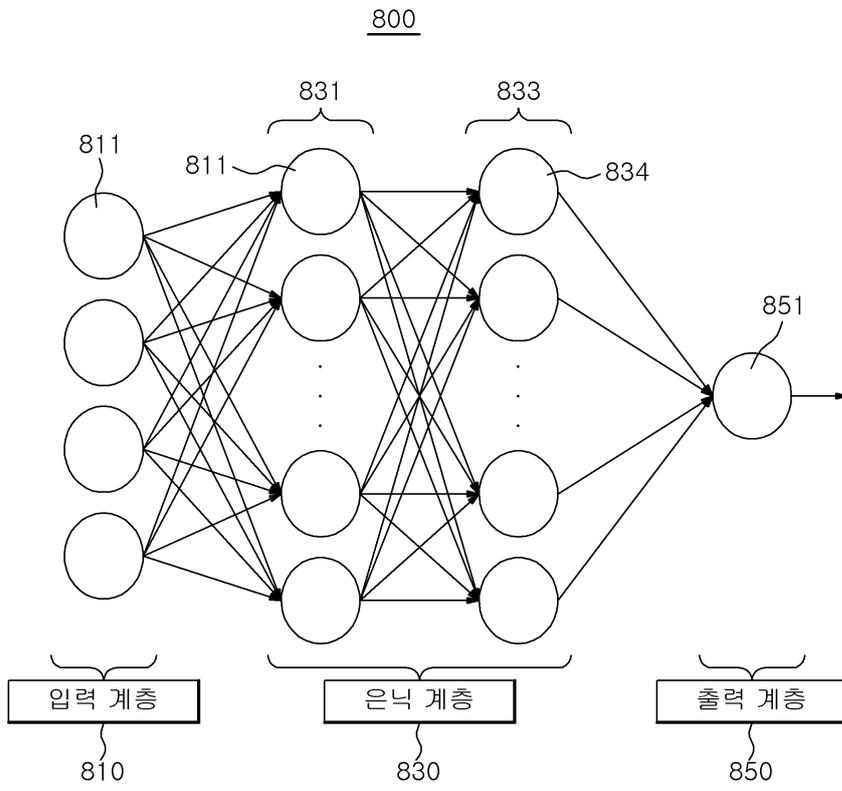
도면7a



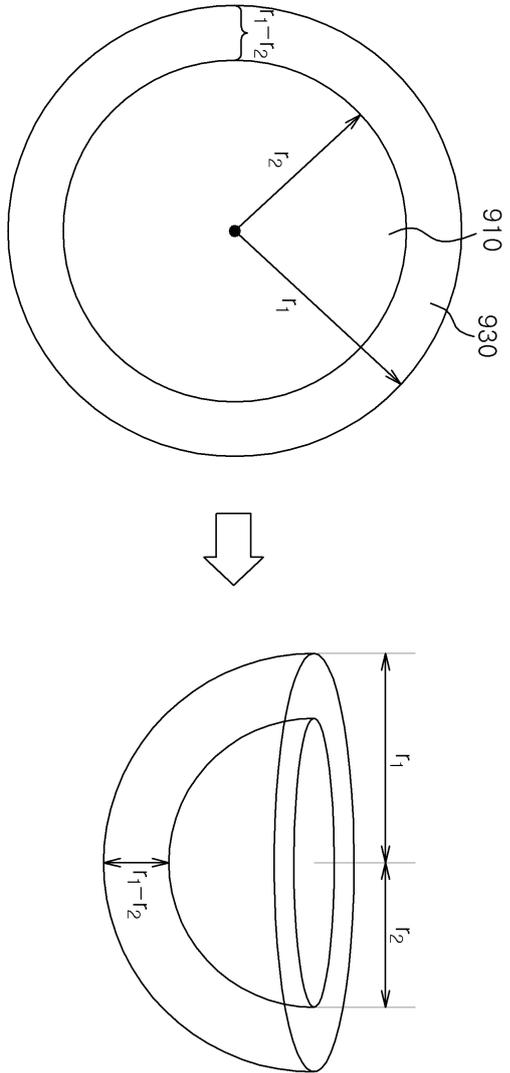
도면7b



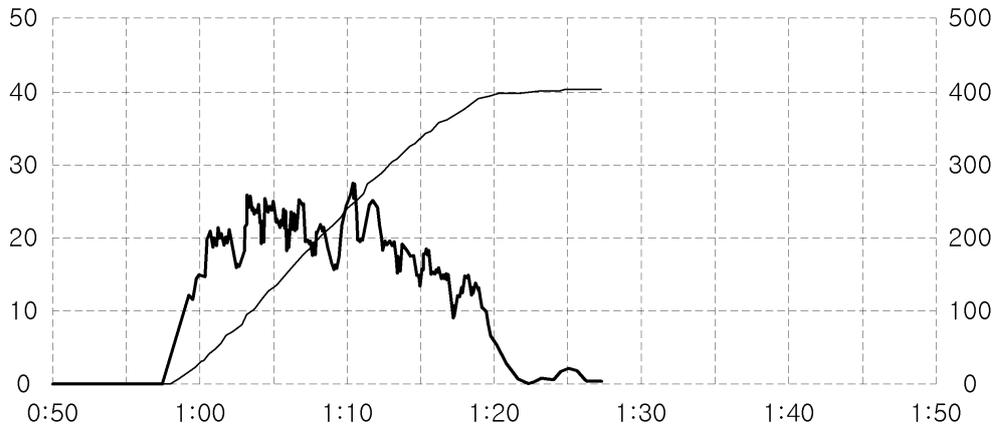
도면8



도면9



도면10



도면11

