



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0110986
(43) 공개일자 2023년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/08 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)

G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/11 (2017.01)

(52) CPC특허분류

A61B 8/5223 (2013.01)

A61B 5/435 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0006624

(22) 출원일자 2022년01월17일

심사청구일자 2022년01월17일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

권하얀

서울특별시 마포구 토정로31길 24, 106동 401호
(용강동, 이편한세상 마포리버파크)

윤혜선

서울특별시 용산구 이촌로87길 14, 107동 701호
(이촌동, 강촌아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 20 항

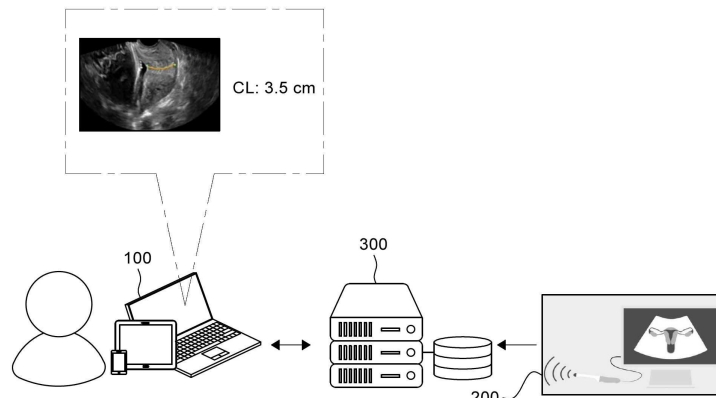
(54) 발명의 명칭 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스

(57) 요약

본 발명은, 프로세서에 의해 구현되는 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법으로, 개체의 의료 영상을 수신하는 단계, 의료 영상의 임상 특징 (자궁 경부 길이inical features) 을 기초로 CAM (자궁 경부 길이ass-activation map) 영상을 생성하도록 구성된 CAM 생성 모델을 이용하여, 의료 영상을 기초로 CAM 영상을 생성하는 단계, 의료 영상 및 CAM 영상을 입력으로 하여 자궁 경부의 예후를 예측하도록 구성된 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 및 CAM 영상을 기초로 개체의 자궁 경관을 결정하는 단계를 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공한다.

대표도 - 도1

1000



(52) CPC특허분류

A61B 8/0858 (2013.01)

A61B 8/0866 (2013.01)

G06T 7/0012 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G16H 50/20 (2018.01)

G06T 2207/10132 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

(72) 발명자

서진근

서울특별시 서대문구 연희로32길 20, 1동 405호 (연희동, 대림아파트)

권자영

서울특별시 마포구 서강로 83, 104동 802호 (창전동, 창전동현대홈타운)

조현철

서울특별시 서대문구 연희로5길 14 (연희동, 연희자이엘라)

정윤지

서울특별시 서대문구 북아현로1길 17, 203동 601호 (북아현동, 이편한세상신촌)

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 구현되는 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법으로,

개체의 자궁에 대한 의료 영상을 수신하는 단계;

의료 영상을 입력으로 하여 자궁 영역을 분할하도록 학습된 제1 예측 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상을 기초로 자궁 영역을 예측하는 단계, 및

자궁 영역에 대하여 자궁 경관 (cervical canal) 영역을 분할하도록 학습된 제2 예측 모델을 이용하여, 예측된 상기 자궁 영역 내에서 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는,

상기 제2 예측 모델을 이용하여, 상기 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 중 적어도 하나의 영역을 분할하는 단계, 및

상기 적어도 하나의 영역에 기초하여 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는,

상기 제2 예측 모델을 이용한 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하는 단계, 및

상기 신뢰도 맵에 기초하여 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는,

상기 제2 예측 모델을 이용하여, 상기 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부, 자궁 경부의 후방부 및 질벽 중 적어도 하나의 영역을 분할하는 단계;

상기 제2 예측 모델을 이용한 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하는 단계, 및

상기 적어도 하나의 영역 및 상기 신뢰도 맵에 기초하여 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는,

내측 자궁 경부구 (internal os) 및 외측 자궁 경부구 (external os) 를 예측하는 단계, 및

상기 내측 자궁 경부구 및 상기 외측 자궁 경부구를 기초로 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 더 포함하

는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자궁 영역을 예측하는 단계는,

상기 제1 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 내에서 자궁 전방부 (pre-cervix), 자궁 및 자궁 후방부 (post-cervix) 를 예측하는 단계, 및

상기 자궁 영역만을 크로핑 (cropping)하는 단계를 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 자궁 경관 영역을 기초로 자궁 경부 길이를 결정하는 단계를 더 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 자궁 경부 길이에 기초하여 조산 위험도를 예측하는 단계를 더 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 자궁 경관 영역을 제공하는 단계를 더 포함하는, 자궁 경부의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 의료 영상은,

부인과 초음파 (gynecology ultrasonography) 영상인, 자궁 경부의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 11

개체의 자궁에 대한 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및

상기 통신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

의료 영상을 입력으로 하여 자궁 영역을 분할하도록 학습된 제1 예측 모델을 이용하여, 수신된 상기 의료 영상을 기초로 자궁 영역을 예측하고,

자궁 영역에 대하여 자궁 경관 (cervical canal) 을 분할하도록 학습된 제2 예측 모델을 이용하여, 예측된 상기 자궁 영역 내에서 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 예측 모델을 이용하여, 상기 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 중 적어도 하나의 영역을 분할하고,

상기 적어도 하나의 영역에 기초하여 상기 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용

디바이스.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 예측 모델을 이용한 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하고,

상기 신뢰도 맵에 기초하여 상기 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 예측 모델을 이용하여, 상기 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부, 자궁 경부의 후방부 및 질벽 중 적어도 하나의 영역을 분할하고,

상기 제2 예측 모델을 이용한 상기 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하고,

상기 적어도 하나의 영역 및 상기 신뢰도 맵에 기초하여 상기 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

내측 자궁 경부구 (internal os) 및 외측 자궁 경부구 (external os) 를 예측하고,

상기 내측 자궁 경부구 및 상기 외측 자궁 경부구를 기초로 상기 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 내에서 자궁 전방부, 자궁 및 자궁 후방부를 예측하고,

상기 자궁 영역만을 크로핑하도록 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 프로세서는

상기 자궁 경관 영역을 기초로 자궁 경부 길이를 결정하도록 더 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 CAM 생성 모델은 상기 예측 모델 중 적어도 일부로 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 및 상기 전처리 영상에 대한 자궁 경부 예후 예측을 위한 처리 중

에, 상기 임상 특징을 기초로 상기 CAM 영상을 특징으로서 획득하도록 더 구성된, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 임상 특징은,

전장관급보철물 (Full veneer; FV), 인접 치아의 부재 (Absence of proximal teeth; PrX), 치관부 결손 (Coronal Defect; CoD), 잔존치근 (Root Rest; RR), 임시수복재 (Temporary filled; TM), 근관가시성 (Canal visibility; CV), 기존충전물 (Previous filling; PF), 치근단 방사선투과상 (Periapical radiolucency; PAR) 및 누공 (Sinus tract; ST) 중 적어도 하나인, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 임상 특징은,

상기 인접 치아의 부재, 상기 치관부 결손, 상기 근관가시성, 상기 기존충전물, 상기 치근단 방사선투과상 및 상기 누공 중 적어도 두 개의 조합을 포함하는, 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자궁 경부는 약 3.0cm 이상 측정되는 자궁체의 하부에 있는 단단한 원통형 구조로서, 태아의 무게를 지탱하고 임신 기간 동안 질 미생물의 상승을 막는 장벽 역할을 하기에 임신 유지에 매우 중요하다. 또한, 자궁 경부의 구조적 변형이 분만에 앞서 자연 조산 예측 및 진단, 분만 유도 성공 및 거짓 분만의 감별 예측 등을 제공할 수 있다.

[0003] 이에, 자궁 경부에 대한 측정 정보는 임상 매개변수로서 중요할 수 있다. 자궁 경부 길이 (cervical length; CL) 는 의사 결정과 연관된 주요 매개변수 중 하나일 수 있다. 예를 들어, 짧은 자궁경부길이를 지닌 산모의 경우 조산의 위험이 있을 수 있어 진찰시거나 투약 등의 진찰이나 치료가 행해질 수 있다.

[0004] 이때, 잘못된 자궁 경부 길이의 측정은 의사 결정에 부정적인 영향을 주어 불필요한 입원이나 중재를 유발할 수 있으므로 표준화된 기준을 엄격히 준수하여 수행되어야 한다.

[0005] 한편, 자궁 경부 길이의 측정은 의사의 숙련도에 따라 다를 수 있다. 특히, 초음파 진단 기반의 자궁 경부 길이 측정을 위한 캘리퍼 (caliper) 의 배치는 내측 자궁 경부구 (internal os) 및 외측 자궁 경부구 (external os) 및 그 사이에 있는 자궁 경관의 정확한 식별이 선행되어야 하지만, 스펙클 잡음 (speckle noise), 점액, 후질벽과 같은 인접 구조로부터의 에코로 인해 어려울 수 있다.

[0006] 즉, 자궁경부 길이의 측정 시, 특히 초음파 진단을 통한 자궁 경부 길이 측정에서, 자궁 경부 내측 및 주변 점막층에서 발견되는 다양한 에코 발생으로 인해 자궁 경부 경로가 뚜렷하게 보이지 않을 수 있다.

[0007] 따라서, 의료 서비스 질의 향상 등을 위하여 정확하게 자궁 경부의 예후와 연관된 정보를 제공하는 방법의 개발이 지속적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0008] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 한편, 본 발명의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 발명자들은 영상 내에서 특정 영역을 분할하도록 학습된 인공 신경망 네트워크 기반의 정보 제공 시스템을 개발하고자 하였다.
- [0010] 특히, 본 발명의 발명자들은 단일 절차로 자궁 경관을 분할하는 것이 아닌 단계적인 분할을 수행함으로써, 구조적으로 구별되기 어려운 자궁 경관에 대한 정확도 높은 분할이 가능함을 인지할 수 있었다.
- [0011] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 초음파 영상과 같은 자궁 경부에 대한 의료 영상 내에서 자궁 영역 (cervix region) 을 분할하고, 분할된 자궁 영역 내에서 정밀한 분할을 통해 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 을 분할하고 최종적으로 자궁 경관 영역을 예측하도록 정보 제공 시스템을 설계하고자 하였다.
- [0012] 더욱이, 본 발명의 발명자들은, 인공 신경망 네트워크의 학습에 있어서, 자궁 경관의 분할 과정에서 자궁 경관의 위치에 대한 정보를 제공하는 자궁 경관에 대한 신뢰도 맵 (confidence map) 을 더욱 적용하고자 하였다.
- [0013] 그 결과, 딥러닝 기반의 자궁 경부 주변 구조물을 이용한 단계적인 분할 절차를 통해 의료 영상 내에서 자궁 경관에 대한 정확한 판별 및 자궁 경부 길이의 자동화된 측정이 가능한 정보 제공 시스템을 개발하기에 이르렀다.
- [0014] 이에, 본 발명의 발명자들은 새로운 정보 제공 시스템을 제공함으로써, 번거로운 전문가의 작업 시간을 줄이고, 딥러닝 시스템으로 표준화된 자궁 경관 추적이 가능함을 인지할 수 있었다.
- [0015] 즉, 본 발명의 발명자들은 새로운 정보 제공 시스템을 제공함으로써, 의료진의 숙련도에 관계 없이 자궁 경관에 대한 추적과 자궁 경부 길이의 정확도 높은 측정이 가능하며, 자궁 경부에 대한 신뢰도 높은 정보의 제공이 가능함을 기대할 수 있었다.
- [0016] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 수신된 의료 영상으로부터 자궁 영역을 예측하고, 예측된 자궁 영역에 대하여 세부 영역을 예측하고 최종적으로 자궁 경관을 예측하도록 구성된 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0017] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0018] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법이 제공된다. 상기 정보 제공 방법은, 개체의 자궁에 대한 의료 영상을 수신하는 단계, 의료 영상을 입력으로 하여 자궁 영역을 분할하도록 학습된 제1 예측 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 자궁 영역을 예측하는 단계, 및 자궁 영역에 대하여 자궁 경관 (cervical canal) 영역을 분할하도록 학습된 제2 예측 모델을 이용하여, 예측된 자궁 영역 내에서 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함한다.
- [0019] 본 발명의 특징에 따르면, 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는, 제2 예측 모델을 이용하여, 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 중 적어도 하나의 영역을 분할하는 단계, 및 적어도 하나의 영역에 기초하여 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는, 제2 예측 모델을 이용한 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하는 단계, 및 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는, 제2 예측 모델을 이용하여, 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부, 자궁 경부의 후방부 및 질벽 중 적어도 하나의 영역을 분할하는 단계, 제2 예측 모델을 이용한 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하는 단계, 및 적어도 하나의 영역 및 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역을 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 자궁 경관 영역을 예측하는 단계는, 내측 자궁 경부구 (internal os) 및 외측 자궁 경부구 (external os) 를 예측하는 단계, 및 내측 자궁 경부구 및 외측 자궁 경부구를 기초로 자궁 경

관 영역을 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0023] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 자궁 영역을 예측하는 단계는, 제1 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 내에서 자궁 전방부 (pre-cervix), 자궁 및 자궁 후방부 (post-cervix) 를 예측하는 단계, 및 자궁 영역만을 크로핑 (cropping)하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 자궁 경관 영역을 기초로 자궁 경부 길이를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 정보 제공 방법은, 자궁 경부 길이에 기초하여 조산 위험도를 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 정보 제공 방법은 자궁 경관 영역을 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 의료 영상은, 부인과 초음파 (gynecology ultrasonography) 영상일 수 있다.
- [0028] 진술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스가 제공된다. 상기 정보 제공용 디바이스는, 개체의 자궁에 대한 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및 통신부와 통신하도록 구성된 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는, 의료 영상을 입력으로 하여 자궁 영역을 분할하도록 학습된 제1 예측 모델을 이용하여, 수신된 의료 영상을 기초로 자궁 영역을 예측하고, 자궁 영역에 대하여 자궁 경관을 분할하도록 학습된 제2 예측 모델을 이용하여, 예측된 자궁 영역 내에서 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 특징에 따르면 프로세서는, 제2 예측 모델을 이용하여, 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 중 적어도 하나의 영역을 분할하고, 적어도 하나의 영역에 기초하여 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 다른 특징에 따르면 프로세서는, 제2 예측 모델을 이용한 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하고, 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 제2 예측 모델을 이용하여, 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부, 자궁 경부의 후방부 및 질벽 중 적어도 하나의 영역을 분할하고, 제2 예측 모델을 이용한 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 획득하고, 적어도 하나의 영역 및 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성될 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 내측 자궁 경부구 및 외측 자궁 경부구를 예측하고, 내측 자궁 경부구 및 외측 자궁 경부구를 기초로 자궁 경관 영역을 예측하도록 구성될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 제1 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 내에서 자궁 전방부, 자궁 및 자궁 후방부를 예측하고, 자궁 영역만을 크로핑하도록 구성될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는 자궁 경관 영역을 기초로 자궁 경부 길이를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 자궁 경부 길이에 기초하여 조산 위험도를 예측하도록 더 구성될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 정보 제공용 디바이스는 프로세서와 연결되고, 자궁 경관 영역을 출력하도록 구성된 출력부를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명은, 의료 영상을 이용하여 자궁 경관을 예측하도록 구성된 인공 신경망 네트워크 기반의 자궁 경부에 대한 정보 제공 시스템을 제공함으로써 자궁 경부와 연관된 정보를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0039] 특히 본 발명은, 복수의 단계를 통해 자궁 경관을 세부적으로 분할하는 정보 제공 시스템을 제공할 수 있어, 단일 단계에서 자궁 경관을 분할하는 시스템보다 높은 정확도로 자궁 경관을 예측할 수 있고, 신뢰도 높은 자궁

경부 길이에 대한 정보를 제공할 수 있다.

[0040] 즉 본 발명은, 인공 신경망 네트워크 기반의 자궁 경부에 대한 정보 제공 시스템을 제공함으로써 의료진이 숙련도에 관계 없이 제공된 자궁 경관 부위에 대한 정보를 참고하여 자궁 경부 길이를 자동 측정하고, 다양한 의사 결정 및 치료 계획을 수립하도록 정보를 제공할 수 있다.

[0041] 특히 본 발명은, 표준화된 자궁 경관 추적이 가능한 정보 제공 시스템을 제공함으로써, 자연 조산 예측 및 진단, 분만 유도 성공 및 거짓 분만의 감별 예측에 대한 정확도 높은 의사 결정에 기여할 수 있다.

[0042] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스를 이용한 자궁 경부에 대한 정보 제공 시스템을 도시한 것이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료진 디바이스의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 제공용 서버의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다.

도 4a 및 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에 이용되는 제1 예측 모델의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에 이용되는 제2 예측 모델의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.

도 6a 내지 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에서, 제1 예측 모델 및 제2 예측 모델 각각의 학습 및 검증을 위한 의료 영상의 전처리 절차를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 발명의 이점, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0045] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우, '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.

[0046] 구성요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.

[0047] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0048] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.

[0049] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체"는 자궁 경부에 대한 정보를 제공받으려 하는 모든 대상을 의미할 수 있다. 예를 들어, 개체는, 산모일 수도 있다. 한편, 본 명세서 내에 개시된 개체는, 인간을 제외한 모든 포유 동물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0050] 본 명세서에서 사용되는 용어, "의료 영상"은, 자궁에 대한 의료 영상으로서, 비침습적인 방법으로 획득 가능한 자궁 의료 영상일 수 있다.
- [0051] 본 발명의 특징에 따르면, 의료 영상은 하복부 초음파 및 질 경부 초음파와 같은 부인과 초음파 (gynecology ultrasonography) 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0052] 한편, 의료 영상은, 복수 개의 컷으로 구성된 동영상일 수 있다. 이때, 동영상은 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에 따라 동영상의 프레임 각각에 대하여 자궁 경부 영역 및 자궁 경부 길이가 결정될 수도 있다. 그 결과, 본 발명은 영상 진단 디바이스로부터의 의료 영상의 수신과 동시에 예측을 수행하여 스트리밍 서비스를 제공할 수 있고, 실시간으로 자궁 경부 정보를 제공할 수도 있다.
- [0053] 한편, 의료 영상은, 2 차원 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며 3 차원의 영상일 수도 있다.
- [0054] 본 명세서에서 사용되는 용어, "제1 예측 모델"은 의료 영상을 입력으로 하여, 자궁 영역을 출력하도록 구성된 모델일 수 있다.
- [0055] 본 발명의 특징에 따르면, 제1 예측 모델은 의료 영상에 기초하여 자궁 전방부 (pre-cervix), 자궁 또는 자궁 후방부 (post-cervix) 의 세 개의 클래스를 분할하도록 학습된 모델일 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니며 제1 예측 모델은 영상 내에서 자궁 영역만을 예측하도록 학습된 모델일 수도 있다.
- [0056] 본 명세서에서 사용되는 용어, "제2 예측 모델"은, 자궁 영역에 대한 영상을 입력으로 하여 자궁 경관을 예측하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0057] 이때, 제2 예측 모델은 단일 단계가 아닌 복수의 단계에 의해 자궁 경관을 분할하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0058] 본 발명의 특징에 따르면, 제2 예측 모델은, 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 중 적어도 하나의 영역을 분할하고, 분할 결과에 기초하여 자궁 경관 영역을 출력하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0059] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 제2 예측 모델은 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 출력하고, 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역을 최종 출력하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0060] 바람직하게 제2 예측 모델은, 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵에 대한 출력과 동시에 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부, 자궁 경부의 후방부 및 질벽을 분할하고, 신뢰도 맵 및 영역 분할 결과에 기초하여 최종적으로 자궁 경관 영역을 출력하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0061] 이에, 제2 예측 모델은 자궁에 대한 구조물 및 자궁 경관에 대한 위치적 특징을 학습한 모델로서, 자궁 경관에 대한 정확도 높은 분할이 가능한 모델일 수 있다.
- [0062] 이에 제한되는 것은 아니며, 제2 예측 모델은 자궁 영역 내에서 자궁 경관의 시작 지점과 끝 지점에 각각 대응하는 내측 자궁 경부구 (internal os) 및 외측 자궁 경부구 (external os) 를 분할하도록 더욱 학습될 수 있다.
- [0063] 한편, 제1 예측 모델 및 제2 예측 모델은, U-net일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 예측 모델들은 VGG net, DenseNet 및, encoder-decoder structure를 갖는 FCN (Fully Convolutional Network), SegNet, DeconvNet, DeepLAB V3+와 같은 DNN (deep neural network), SqueezeNet, Alexnet, ResNet18, MobileNet-v2, GoogLeNet, Resnet-v2, Resnet50, RetinaNet, Resnet101, Inception-v3 중 선택된 적어도 하나의 알고리즘에 기초할 수 있다. 나아가, 상기 예측 모델들은 전술한 알고리즘 중 적어도 두 개의 알고리즘 모델에 기초한 앙상블 모델일 수 도 있다.
- [0065] 이하에서는 도 1 및 2a 및 2b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스를 이용한 자궁 경부에 대한 정보 제공 시스템 및 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스를 설명한다.
- [0066] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스를 이용한 자궁 경부에 대한 정보 제공 시스템을 도시한 것이다. 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보를 제공받는 의료진 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다. 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.

- [0067] 먼저, 도 1을 참조하면, 정보 제공 시스템 (1000) 은, 개체에 대한 의료 영상을 기초로 자궁 경부와 연관된 정보를 제공하도록 구성된 시스템일 수 있다. 이때, 정보 제공 시스템 (1000) 은, 자궁 경부와 연관된 정보를 수신하는 의료진 디바이스 (100), 부인과 초음파 영상과 같은 의료 영상을 제공하는 의료 영상 진단 디바이스 (200) 및 수신된 의료 영상에 기초하여 자궁 경부에 관한 정보를 생성하는 정보 제공용 서버 (300) 로 구성될 수 있다.
- [0068] 먼저, 다음으로, 의료진 디바이스 (100) 는 자궁 경부와 연관된 정보를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 전자 디바이스로서, 스마트폰, 태블릿 PC (Personal Computer), 노트북 및/또는 PC 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0069] 의료진 디바이스 (100) 는 정보 제공용 서버 (300) 로부터 개체에 대한 자궁 경부와 연관된 예측 결과를 수신하고, 수신된 결과를 후술할 표시부를 통해 표시할 수 있다.
- [0070] 정보 제공용 서버 (300) 는 초음파 진단 디바이스와 같은 의료 영상 진단 디바이스 (200) 로부터 제공된 의료 영상을 기초로 자궁 경부와 연관된 정보를 결정하기 위한 다양한 연산을 수행하는 범용 컴퓨터, 랩탑, 및/또는 데이터 서버 등을 포함할 수 있다. 이때, 정보 제공용 서버 (300) 는 웹 페이지를 제공하는 웹 서버 (web server) 또는 모바일 웹 사이트를 제공하는 모바일 웹 서버 (mobile web server) 에 액세스하기 위한 디바이스일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0071] 보다 구체적으로, 정보 제공용 서버 (300) 는 의료 영상 진단 디바이스 (200) 로부터 의료 영상을 수신하고, 수신된 의료 영상 내에서 자궁 영역, 나아가 세부 자궁 경부 영역을 분할하고, 이로부터 자궁 경관을 최종 결정하거나 자궁 경부 길이를 결정하여 자궁 경부와 연관된 정보를 제공할 수 있다. 이때, 정보 제공용 서버 (300), 예측 모델을 이용하여 의료 영상으로부터 자궁 경부와 연관된 정보를 예측할 수 있다.
- [0072] 정보 제공용 서버 (300) 는 자궁 경부와 연관된 예측 결과를 의료진 디바이스 (100) 로 제공할 수 있다.
- [0073] 이와 같이 정보 제공용 서버 (300) 로부터 제공되는 정보는 의료진 디바이스 (100) 에 설치된 웹 브라우저를 통해 웹 페이지로 제공되거나, 어플리케이션, 또는 프로그램 형태로 제공될 수 있다. 다양한 실시예에서 이러한 데이터는 클라이언트-서버 환경에서 플랫폼에 포함되는 형태로 제공될 수 있다.
- [0074] 다음으로, 도 2a 및 2b를 참조하여, 본 발명의 정보 제공용 서버 (300) 의 구성 요소에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0075] 먼저, 도 2a를 참조하면, 의료진 디바이스 (100) 는 메모리 인터페이스 (110), 하나 이상의 프로세서 (120) 및 주변 인터페이스 (130) 를 포함할 수 있다. 의료진 디바이스 (100) 내의 다양한 컴포넌트들은 하나 이상의 통신 버스 또는 신호 라인에 의해 연결될 수 있다.
- [0076] 메모리 인터페이스 (110) 는 메모리 (150) 에 연결되어 프로세서 (120) 로 다양한 데이터를 전할 수 있다. 여기서, 메모리 (150) 는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리 (예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 네트워크 저장 스토리지, 클라우드, 블록체인 데이터베이스 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0077] 다양한 실시예에서, 메모리 (150) 는 운영 체제 (151), 통신 모듈 (152), 그래픽 사용자 인터페이스 모듈 (GUI) (153), 센서 처리 모듈 (154), 전화 모듈 (155) 및 애플리케이션 모듈 (156) 중 적어도 하나 이상을 저장할 수 있다. 구체적으로, 운영 체제 (151) 는 기본 시스템 서비스를 처리하기 위한 명령어 및 하드웨어 작업들을 수행하기 위한 명령어를 포함할 수 있다. 통신 모듈 (152) 은 다른 하나 이상의 디바이스, 컴퓨터 및 서버 중 적어도 하나와 통신할 수 있다. 그래픽 사용자 인터페이스 모듈 (GUI) (153) 은 그래픽 사용자 인터페이스를 처리할 수 있다. 센서 처리 모듈 (154) 은 센서 관련 기능 (예를 들어, 하나 이상의 마이크 (192) 를 이용하여 수신된 음성 입력을 처리함) 을 처리할 수 있다. 전화 모듈 (155) 은 전화 관련 기능을 처리할 수 있다. 애플리케이션 모듈 (156) 은 사용자 애플리케이션의 다양한 기능들, 예컨대 전자 메essaging, 웹 브라우징, 미디어 처리, 탐색, 이미징, 기타 프로세스 기능을 수행할 수 있다. 아울러, 의료진 디바이스 (100) 는 메모리 (150) 에 어느 한 종류의 서비스와 연관된 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션 (156-1, 156-2) (예를 들어, 정보 제공 어플리케이션) 을 저장할 수 있다.
- [0078] 다양한 실시예에서, 메모리 (150) 는 디지털 어시스턴트 클라이언트 모듈 (157) (이하, DA 클라이언트 모듈) 을 저장할 수 있으며, 그에 따라 디지털 어시스턴트의 클라이언트 측의 기능을 수행하기 위한 명령어 및 다양한 사용자 데이터 (158) (예를 들어, 사용자 맞춤형 어휘 데이터, 선호도 데이터, 사용자의 전자 주소록, 할 일

목록, 쇼팽 리스트 등과 같은 기타 데이터)를 저장할 수 있다.

- [0079] 한편, DA 클라이언트 모듈 (157)은 의료진 디바이스 (100)에 구비된 다양한 사용자 인터페이스 (예를 들어, I/O 서브시스템 (140))를 통해 사용자의 음성 입력, 텍스트 입력, 터치 입력 및/또는 제스처 입력을 획득할 수 있다.
- [0080] 또한, DA 클라이언트 모듈 (157)은 시청각적, 촉각적 형태의 데이터를 출력할 수 있다. 예를 들어, DA 클라이언트 모듈 (157)은 음성, 소리, 알람, 텍스트 메시지, 메뉴, 그래픽, 비디오, 애니메이션 및 진동 중 적어도 둘 하나 이상의 조합으로 이루어진 데이터를 출력할 수 있다. 아울러, DA 클라이언트 모듈 (157)은 통신 서브시스템 (180)을 이용하여 디지털 어시스턴트 서버 (미도시)와 통신할 수 있다.
- [0081] 다양한 실시예에서, DA 클라이언트 모듈 (157)은 사용자 입력과 연관된 상황 (context)을 구성하기 위하여 다양한 센서, 서브시스템 및 주변 디바이스로부터 의료진 디바이스 (100)의 주변 환경에 대한 추가 정보를 수집할 수 있다. 예를 들어, DA 클라이언트 모듈 (157)은 사용자 입력과 함께 상황 정보를 디지털 어시스턴트 서버에 제공하여 사용자의 의도를 추론할 수 있다. 여기서, 사용자 입력에 동반될 수 있는 상황 정보는 센서 정보, 예를 들어, 광 (lighting), 주변 소음, 주변 온도, 주변 환경의 이미지, 비디오 등을 포함할 수 있다. 다른 예를 들어, 상황 정보는 의료진 디바이스 (100)의 물리적 상태 (예를 들어, 디바이스 배향, 디바이스 위치, 디바이스 온도, 전력 레벨, 속도, 가속도, 모션 패턴, 셀룰러 신호 강도 등)을 포함할 수 있다. 또 다른 예를 들어, 상황 정보는 의료진 디바이스 (100)의 소프트웨어 상태에 관련된 정보 (예를 들어, 의료진 디바이스 (100)에서 실행 중인 프로세스, 설치된 프로그램, 과거 및 현재 네트워크 활동성, 백그라운드 서비스, 오류 로그, 리소스 사용 등)를 포함할 수 있다.
- [0082] 다양한 실시예에서, 메모리 (150)는 추가 또는 삭제된 명령어를 포함할 수 있으며, 나아가 의료진 디바이스 (100)도 도 2에 도시된 구성 외에 추가 구성을 포함하거나, 일부 구성을 제외할 수도 있다.
- [0083] 프로세서 (120)는 의료진 디바이스 (100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있으며, 메모리 (150)에 저장된 어플리케이션 또는 프로그램을 구동하여 자궁 경부와 연관된 정보를 제공하는 인터페이스를 구현하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0084] 프로세서 (120)는 CPU (Central Processing Unit)나 AP (Application Processor)와 같은 연산 장치에 해당할 수 있다. 또한, 프로세서 (120)는 NPU (Neural Processing Unit)와 같은 다양한 연산 장치가 통합된 SoC (System on Chip)와 같은 통합 칩 (Integrated Chip (IC))의 형태로 구현될 수 있다.
- [0085] 주변 인터페이스 (130)는 다양한 센서, 서브 시스템 및 주변 디바이스와 연결되어, 의료진 디바이스 (100)가 다양한 기능을 수행할 수 있도록 데이터를 제공해 줄 수 있다. 여기서, 의료진 디바이스 (100)가 어떠한 기능을 수행한다는 것은 프로세서 (120)에 의해 수행되는 것으로 이해될 수 있다.
- [0086] 주변 인터페이스 (130)는 모션 센서 (160), 조명 센서 (광 센서) (161) 및 근접 센서 (162)로부터 데이터를 제공받을 수 있으며, 이를 통해, 의료진 디바이스 (100)는 배향, 광, 및 근접 감지 기능 등을 수행할 수 있다. 다른 예를 들어, 주변 인터페이스 (130)는 기타 센서들 (163) (포지셔닝 시스템-GPS 수신기, 온도 센서, 생체 인식 센서)로부터 데이터를 제공받을 수 있으며, 이를 통해 의료진 디바이스 (100)가 기타 센서들 (163)과 관련된 기능들을 수행할 수 있다.
- [0087] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100)는 주변 인터페이스 (130)와 연결된 카메라 서브시스템 (170) 및 이와 연결된 광학 센서 (171)를 포함할 수 있으며, 이를 통해 의료진 디바이스 (100)는 사진 촬영 및 비디오 클립 녹화 등의 다양한 촬영 기능을 수행할 수 있다.
- [0088] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100)는 주변 인터페이스 (130)와 연결된 통신 서브 시스템 (180)을 포함할 수 있다. 통신 서브 시스템 (180)은 하나 이상의 유/무선 네트워크로 구성되며, 다양한 통신 포트, 무선 주파수 송수신기, 광학 송수신기를 포함할 수 있다.
- [0089] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100)는 주변 인터페이스 (130)와 연결된 오디오 서브 시스템 (190)을 포함하며, 이러한 오디오 서브 시스템 (190)은 하나 이상의 스피커 (191) 및 하나 이상의 마이크 (192)를 포함함으로써, 의료진 디바이스 (100)는 음성 작동형 기능, 예컨대 음성 인식, 음성 복제, 디지털 녹음, 및 전화 기능 등을 수행할 수 있다.
- [0090] 다양한 실시예에서, 의료진 디바이스 (100)는 주변 인터페이스 (130)와 연결된 I/O 서브시스템 (140)을 포함할 수 있다. 예를 들어, I/O 서브시스템 (140)은 터치 스크린 제어기 (141)를 통해 의료진 디바이스 (100)

에 포함된 터치 스크린 (143) 을 제어할 수 있다. 일 예로서, 터치 스크린 제어기 (141) 는 정전용량형, 저항형, 적외형, 표면 탄성과 기술, 근접 센서 어레이 등과 같은 복수의 터치 감지 기술 중 어느 하나의 기술을 사용하여 사용자의 접촉 및 움직임 또는 접촉 및 움직임의 중단을 검출할 수 있다. 다른 예를 들어, I/O 서브시스템 (140) 은 기타 입력 제어기 (들) (142) 를 통해 의료진 디바이스 (100) 에 포함된 기타 입력/제어 디바이스 (144) 를 제어할 수 있다. 일 예로서, 기타 입력 제어기 (들) (142) 은 하나 이상의 버튼, 로커 스위치 (rocker switches), 썸 휠 (thumb-wheel), 적외선 포트, USB 포트 및 스타일러스 등과 같은 포인터 디바이스를 제어할 수 있다.

[0092] 다음으로, 도 2b를 참조하면, 정보 제공용 서버 (300) 는 통신 인터페이스 (310), 메모리 (320), I/O 인터페이스 (330) 및 프로세서 (340) 를 포함할 수 있으며, 각 구성은 하나 이상의 통신 버스 또는 신호 라인을 통해 서로 통신할 수 있다.

[0093] 통신 인터페이스 (310) 는 유/무선 통신 네트워크를 통해 의료진 디바이스 (100) 및 의료 영상 진단 디바이스 (200) 와 연결되어 데이터를 주고받을 수 있다. 예를 들어, 통신 인터페이스 (310) 는 의료 영상 진단 디바이스 (200) 로부터 의료 영상을 수신할 수 있고, 결정된 자궁과 연관된 정보를 의료진 디바이스 (100) 에 송신할 수 있다.

[0094] 한편, 이러한 데이터의 송수신을 가능하게 하는 통신 인터페이스 (310) 는 통신 포트 (311) 및 무선 회로 (312) 를 포함하며, 여기 유선 통신 포트 (311) 는 하나 이상의 유선 인터페이스, 예를 들어, 이더넷, 범용 직렬 버스 (USB), 파이어와이어 등을 포함할 수 있다. 또한, 무선 회로 (312) 는 RF 신호 또는 광학 신호를 통해 외부 디바이스와 데이터를 송수신할 수 있다. 아울러, 무선 통신은 복수의 통신 표준, 프로토콜 및 기술, 예컨대 GSM, EDGE, CDMA, TDMA, 블루투스, Wi-Fi, VoIP, Wi-MAX, 또는 임의의 기타 적합한 통신 프로토콜 중 적어도 하나를 사용할 수 있다.

[0095] 메모리 (320) 는 정보 제공용 서버 (300) 에서 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리 (320) 는 의료 영상을 저장하거나, 의료 영상 내에서 자궁 영역 나아가 자궁 경관 영역을 분할하도록 학습된 제 1 예측 모델 및 제 2 예측 모델을 저장할 수 있다.

[0096] 다양한 실시예에서, 메모리 (320) 는 각종 데이터, 명령 및 정보를 저장할 수 있는 휘발성 또는 비휘발성 기록 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 (320) 는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리 (예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 네트워크 저장 스토리지, 클라우드, 블록체인 데이터베이스 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[0097] 다양한 실시예에서, 메모리 (320) 는 운영 체제 (321), 통신 모듈 (322), 사용자 인터페이스 모듈 (323) 및 하나 이상의 애플리케이션 (324) 중 적어도 하나의 구성을 저장할 수 있다.

[0098] 운영 체제 (321) (예를 들어, LINUX, UNIX, MAC OS, WINDOWS, VxWorks 등의 내장형 운영 체제) 는 일반적인 시스템 작업 (예를 들어, 메모리 관리, 저장 디바이스 제어, 전력 관리 등) 를 제어하고 관리하기 위한 다양한 소프트웨어 컴포넌트 및 드라이버를 포함할 수 있으며, 다양한 하드웨어, 펌웨어, 및 소프트웨어 컴포넌트 간의 통신을 지원할 수 있다.

[0099] 통신 모듈 (323) 은 통신 인터페이스 (310) 를 통해 다른 디바이스와 통신을 지원할 수 있다. 통신 모듈 (320) 은 통신 인터페이스 (310) 의 유선 통신 포트 (311) 또는 무선 회로 (312) 에 의해 수신되는 데이터를 처리하기 위한 다양한 소프트웨어 구성 요소들을 포함할 수 있다.

[0100] 사용자 인터페이스 모듈 (323) 은 I/O 인터페이스 (330) 를 통해 키보드, 터치 스크린, 마이크 등으로부터 사용자의 요청 또는 입력을 수신하고, 디스플레이 상에 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0101] 애플리케이션 (324) 은 하나 이상의 프로세서 (330) 에 의해 실행되도록 구성되는 프로그램 또는 모듈을 포함할 수 있다. 여기서, 자궁 경부와 연관된 정보를 제공하기 위한 애플리케이션은 서버 팜 (server farm) 상에서 구현될 수 있다.

[0102] I/O 인터페이스 (330) 는 정보 제공용 서버 (300) 의 입출력 디바이스 (미도시), 예컨대 디스플레이, 키보드, 터치 스크린 및 마이크 중 적어도 하나를 사용자 인터페이스 모듈 (323) 과 연결할 수 있다. I/O 인터페이스 (330) 는 사용자 인터페이스 모듈 (323) 과 함께 사용자 입력 (예를 들어, 음성 입력, 키보드 입력, 터치 입력

등)을 수신하고, 수신된 입력에 따른 명령을 처리할 수 있다.

- [0103] 프로세서 (340)는 통신 인터페이스 (310), 메모리 (320) 및 I/O 인터페이스 (330)와 연결되어 정보 제공용 서버 (300)의 전반적인 동작을 제어할 수 있으며, 메모리 (320)에 저장된 애플리케이션 또는 프로그램을 통해 정보 제공을 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0104] 프로세서 (340)는 CPU (Central Processing Unit)나 AP (Application Processor)와 같은 연산 장치에 해당할 수 있다. 또한, 프로세서 (340)는 다양한 연산 장치가 통합된 SoC (System on Chip)와 같은 통합 칩 (Integrated Chip (IC))의 형태로 구현될 수 있다. 또는 프로세서 (340)는 NPU (Neural Processing Unit)과 같이 인공 신경망 모델을 계산하기 위한 모듈을 포함할 수 있다.
- [0105] 다양한 실시예에서, 프로세서 (340)는 예측 모델들을 이용하여 의료 영상 내에서 자궁 영역 및 세부 영역을 각각 분할하고, 최종적으로 자궁 경관 영역을 제공하도록 구성될 수 있다. 선택적으로, 프로세서 (340)는 자궁 경부 길이에 대한 정보를 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0107] 이하에서는, 도 3 및 도 4a 및 4b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법을 구체적으로 설명한다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다. 도 4a 및 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법의 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0108] 먼저, 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 정보 제공 절차는 다음과 같다. 먼저, 개체에 대한 의료 영상이 수신된다 (S310). 그 다음, 제1 예측 모델에 의해 자궁 영역이 예측된다 (S320). 그 다음, 제2 예측 모델에 의해 자궁 경관 영역이 예측되고 (S330). 마지막으로, 자궁 경부에 관한 데이터가 결정된다 (S340).
- [0109] 보다 구체적으로, 의료 영상이 수신되는 단계 (S310)에서 표적 부위 즉 자궁 경부 영역을 포함하는 초음파와 의료 영상이 수신될 수 있다.
- [0110] 본 발명의 특징에 따르면, 의료 영상이 수신되는 단계 (S310)에서 2D 형태의 하복부 초음파 및 질 경유 초음파와 같은 부인과 초음파 (gynecology ultrasonography)이 수신될 수 있다. 바람직하게, 질 경유 초음파 영상이 수신될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0111] 다음으로, 자궁 영역이 예측되는 단계 (S320)가 수행된다.
- [0112] 본 발명의 특징에 따르면, 자궁 영역이 예측되는 단계 (S320)에서 제1 예측 모델에 의해 의료 영상 내에서 자궁 전방부 (pre-cervix), 자궁 및 자궁 후방부 (post-cervix)가 예측될 수 있다.
- [0113] 예를 들어, 도 4a를 함께 참조하면, 자궁 영역이 예측되는 단계 (S320)에서 의료 영상 (312)이 제1 예측 모델 (320)에 입력된다. 이때, 제1 예측 모델은 학습용 의료 영상을 입력으로 하여 자궁 전방부, 자궁 및 자궁 후방부를 분할하도록 학습된 모델일 수 있다. 여기서, 자궁 전방부는 방광, 질전벽 및 자궁강을 포함할 수 있고, 자궁은 자궁 경부, 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall)을 포함할 수 있다. 나아가, 자궁 후방부는 맹낭 (cul-de-sac), 직장을 포함할 수 있다.
- [0114] 결과적으로, 제1 예측 모델 (320)로부터 자궁 전방부 영역 (3222), 자궁 영역 (3224) 및 자궁 후방부 영역 (3226)이 분할되어 출력된다.
- [0115] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 자궁 영역이 예측되는 단계 (S320)이후에, 복수의 영역 중 자궁 영역 (3224)이 크로핑되고, 가로 세로 비율이 미리 결정된 수준으로 조절된 크로핑 영상 (324)가 획득된다.
- [0116] 다시 도 3을 참조하면, 자궁 경관 영역이 예측되는 단계 (S330)가 수행된다.
- [0117] 본 발명의 특징에 따르면, 자궁 경관 영역이 예측되는 단계 (S330)에서, 제2 예측 모델에 의해 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 중 적어도 하나의 영역이 분할되고, 적어도 하나의 영역에 기초하여 자궁 경관 영역이 예측된다.
- [0118] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 자궁 경관 영역이 예측되는 단계 (S330)에서, 제2 예측 모델에 의한 자궁 경관 영역을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵이 획득되고, 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역이 예측된다.
- [0119] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 자궁 경관 영역이 예측되는 단계 (S330)에서, 적어도 하나의 영역의 예측과 동시에 신뢰도 맵의 획득이 진행되고, 적어도 하나의 영역 및 신뢰도 맵에 기초하여 자궁 경관 영역이 최종 출

력될 수도 있다.

- [0120] 예를 들어, 도 4b를 함께 참조하면, 자궁 경관 영역이 예측되는 단계 (S330) 에서 자궁 영역 (3224) 을 포함하는 크로핑 영상 (324) 이 제2 예측 모델 (330) 에 입력된다. 이때, 제2 예측 모델 (330) 은 자궁 경관을 예측하는 처리 중의 신뢰도 맵을 출력하는 레이어 및 자궁 영역 내에서 자궁 경부의 전방부, 자궁 경부의 후방부 및 질벽을 예측하는 출력 레이어를 포함할 수 있다. 나아가, 이들 출력값에 기초하여 자궁 경관을 최종 출력하는 출력 레이어를 포함할 수 있다. 즉, 제2 예측 모델 (330) 로부터 자궁 경관 영역 (3322) 에 높은 신뢰도를 나타내는 신뢰도 맵 (322) 을 출력하는 동시에 자궁 경부의 전방부 영역 (3342), 자궁 경부의 후방부 영역 (3344) 및 질벽 영역 (334) 를 분할하여 출력할 수 있다.
- [0121] 그 다음, 마지막 출력 레이어를 통해 자궁 경관 영역 (3422) 이 분할된 영상 (342) 을 출력할 수 있다.
- [0122] 즉, 자궁 경관 영역이 예측되는 단계 (S330) 에서 제2 예측 모델 (330) 은 자궁 경관에 대한 위치 및 자궁 경부 주변 구조물을 이용한 단계적인 분할 절차를 통해 자궁 경관 영역을 최종 예측할 수 있어, 자궁 경관에 대한 정확한 판별이 가능할 수 있다.
- [0123] 다시 도 3을 참조하면, 자궁 경부에 관한 데이터가 결정되는 단계 (S340) 가 수행된다.
- [0124] 이때, 자궁 경부에 관한 데이터가 결정되는 단계 (S340) 에서 자궁 경관 영역에 기초하여 자궁 경부 길이의 예측이 수행될 수 있다.
- [0125] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 자궁 경부에 관한 데이터가 결정되는 단계 (S340) 에서 자궁 경부 길이에 기초하여 조산 위험도의 예측이 더욱 수행될 수 있다.
- [0126] 즉, 의료진 디바이스 (100) 에 자궁 경부에 관한 데이터 및 분할된 자궁 경관을 포함하는 의료 영상이 수신될 수 있다.
- [0127] 이에, 의료진은, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 정보 제공 방법에 따라, 피검자의 자궁 경부와 연관된 정보에 대한 정보를 제공받을 수 있어, 보다 정확한 의사 결정 및 치료 계획을 수립할 수 있다.
- [0128]
- [0129] 이하에서는, 도 5a 및 5b, 6a 및 6b를 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 자궁 경부와 연관된 정보 예측 모델의 구조적 특징 및 학습에 대하여 설명한다.
- [0130] 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에 이용되는 제1 예측 모델의 구조를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0131] 보다 구체적으로, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되는 제1 예측 모델은, U-net 구조를 가질 수 있다. 보다 구체적으로, 도 5의 U 자 형태의 제1 예측 모델에서 왼쪽 영역은 입력된 2D 질 경유 초음파 영상에 대한 컨볼루션 층 (convolutional layer) 과 지역적 최대값을 뽑아 특징으로 사용하는 맥스 풀링 (max pooling) 층으로 구성된다. 최하단 영역에서 2D 질 경유 초음파 영상은 전역적 특징으로 표현될 수 있다. 나아가, 제1 예측 모델의 오른쪽 영역에서는, 최하단 영역에서 얻어졌던 특징들이 상단으로 올라가면서 업 샘플링 (upsampling) 된다. 결과적으로, 입력된 2D 질 경유 초음파 영상은 자궁 후방부 영역, 자궁 영역 및 자궁 전방부 영역의 3 개의 채널로 출력되고, 각 구간이 분할되어 결정될 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니며 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 입력된 2D 질 경유 초음파 영상은 배경 또는 자궁 영역의 2 채널로 출력될 수도 있다.
- [0132] 한편, U 형태의 신호 분할 모델에서 왼쪽에서 오른쪽으로 연결된 선 (skip connection) 을 통해, 왼쪽 영역의 특징이 오른쪽 영역의 동일 레벨의 위치에 복사하여 붙여질 수 있다. 이를 통해, 영역 분할 동안, 입력된 2D 질 경유 초음파 영상이 작아짐에 따라 손실된 특징들이 보정될 수 있고, 복사된 특징들은 최하단 영역으로부터 전달되는 특징과 함께 이용될 수 있다.
- [0133] 제1 예측 모델은 학습 단계에서, 학습용 초음파 이미지 내에서 자궁 전방부 (pre-cervix), 자궁 (cervix) 및 자궁 후방부 (post-cervix) 각각이 $\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2, \mathcal{S}_3$ 로 정의될 때, $f_1: I \mapsto (\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2, \mathcal{S}_3)$ 을 만족하는 함수 f_1 를 획득한다.

이때, f_1 는 다음의 수학적 식 1의 최소화 과정을 통해 학습될 수 있다.

[수학적 식 1]

$$f_1 = \underset{f \in \mathbb{NN}}{\operatorname{argmin}} - \frac{1}{NM} \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^3 \sum_{x \in \Omega} \ell_i^{(n)}(x) \log(f_{1,i}(I^{(n)})(x)) \\ + \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(1 - \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{2 \sum_{x \in \Omega} \ell_i^{(n)}(x) f_{1,i}(I^{(n)})(x)}{\sum_{x \in \Omega} \left(\ell_i^{(n)}(x) \right)^2 + \sum_{x \in \Omega} f_{1,i}^2(I^{(n)})(x) + \epsilon} \right)$$

이때, 획득된 \mathcal{S}_2 , 즉 자궁 영역은 최종 분할 목표 영역인 자궁 경관이 위치하는 영역일 수 있다.

한편, 제1 예측 모델의 학습에 있어서, 배치 크기는 4으로 설정되었다. 나아가, 각 층의 웨이트 (weight) 는 설정된 손실함수 (수식1) 에 의해 매개될 수 있고, 학습율은 $1e-4$ 로 설정되었으며, 학습 에폭 (epochs) 의 수는 1000으로 설정되었다.

그러나 제1 예측 모델의 학습 파라미터는 전술한 것에 제한되는 것은 아니다.

다음으로, 도 5b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에 이용되는 제2 예측 모델의 구조가 예시적으로 도시된다.

도 6a 내지 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 자궁 경부에 대한 정보 제공 방법에서, 제1 예측 모델 및 제2 예측 모델 각각의 학습 및 검증을 위한 의료 영상의 전처리 절차를 도시한 것이다.

보다 구체적으로, 도 5b를 참조하면, 제2 예측 모델은 전술한 제1 예측 모델과 동일하게 U-net 구조를 가질 수 있다.

한편, 도 6a를 함께 참조하면 제2 예측 모델의 학습에 있어서 제1 예측 모델로부터 획득한 \mathcal{S}_2 을 포함하는 크로핑 영상 (324) 에서, \mathcal{S}_2 에 해당하는 영역이 1로, 나머지 영역로 0으로 이진화되고, 마스크 (mask) 이미지 $B_{\mathcal{S}_2}$ (622) 가 획득된다. 이때, 이미지 $B_{\mathcal{S}_2}$ (622) 가 제2 예측 모델의 학습에서 입력 이미지로서 이용될 수 있다.

선택적으로, 제2 예측 모델의 학습에 있어서 자궁 경관에 해당하는 영역이 \mathcal{U} 라 할 때, 거리 맵 (distance map) D 의 각 픽셀은 $D(x_j) = \min \operatorname{dist}(x_j, \mathcal{U})$ 와 같이 정의될 수 있다. 도 6b를 함께 참조하면, 내측 자궁 경부구 (internal os) 및 외측 자궁 경부구 (external os) 를 기초로 설정된 자궁 경관 영역 \mathcal{U} 과의 최소 유클리디안 거리인 $D(x_j)$ 가 결정되고, 이를 기초로 신뢰도 맵 (\mathcal{C}) 이 획득될 수 있다.

이때, 신뢰도 맵 \mathcal{C} 는 다음의 수학적 식 2에 의해 산출될 수 있다.

[수학적 식 2]

$$\mathcal{C}(x_j) = e^{-\lambda D(x_j)}$$

즉, 다시 도 5b를 함께 참조하면 제2 예측 모델은 바로 자궁 경관 영역을 결정하는 것이 아니라 자궁 경관 영역에 대한 신뢰도 맵을 중간 출력값으로 출력하고, 이를 바탕으로 자궁 경관 영역 \mathcal{U} 을 결정할 수 있다.

[0150] 동시에, 제2 예측 모델은 자궁 경부 영역 내에서 자궁 경부의 전방부 (anterior lip), 자궁 경부의 후방부 (posterior lip) 및 질벽 (vaginal wall) 영역을 분할하고, 학습 단계에서 함수 $f_2: (I, \mathcal{S}_2) \mapsto U$ $f_2: (I, \mathcal{S}_2) \mapsto U$ 를 학습한다.

[0151] 이때, 함수 f_2 는 다음의 수학적 3을 통해 최소화 과정을 통해 학습된다.

[0152] [수학적 식 3]

$$f_2 = \operatorname{argmin}_{f_2 \in \mathbb{NN}} (1 - \alpha) \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^3 \mathcal{L}_{reg} + \alpha \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^3 \mathcal{L}_{seg}$$

[0153]

[0154] 여기서 \mathcal{L}_{reg} 과 \mathcal{L}_{seg} 는 각각 신뢰도 맵에 대한 회귀 손실 (regression loss) 과 영상 분할에 대한 분할 손실을 의미할 수 있다.

[0155] 즉, 제2 예측 모델은 자궁 경관 위치 및 자궁 구조물에 대한 특징을 학습하여 자궁 경관 영역을 높은 정확도로 분할할 수 있다.

[0157] 평가 1: 예측 모델에 대한 평가

[0158] 검출된 자궁 경관 영역의 중간 선을 검출하여 그 길이가 측정된 결과와, 전문가의 측정법으로 결정된 자궁 경관 길이가 비되었다. 검출된 길이를 l_output, 전문가의 측정법으로 잰 자궁 경관 길이를 l_gt 라고 할때, 오차 측정은 다음의 수학적 식 4를 통해 얻어진다.

[0159] [수학적 식 4]

$$| l_{\text{output}} - l_{\text{gt}} | / l_{\text{gt}}$$

[0161] 이와 같은 방식의 오차 측정법으로 얻은 설정된 모델의 테스트 결과는 95%이다.

[0162] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시 예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0163] 100: 의료진 디바이스

110: 메모리 인터페이스 120: 프로세서

130: 주변 인터페이스 140: I/O 서브 시스템

141: 터치 스크린 제어기 142: 기타 입력 제어기

143: 터치 스크린

144: 기타 입력 제어 디바이스

150: 메모리 151: 운영 체제

152: 통신 모듈 153: GUI 모듈

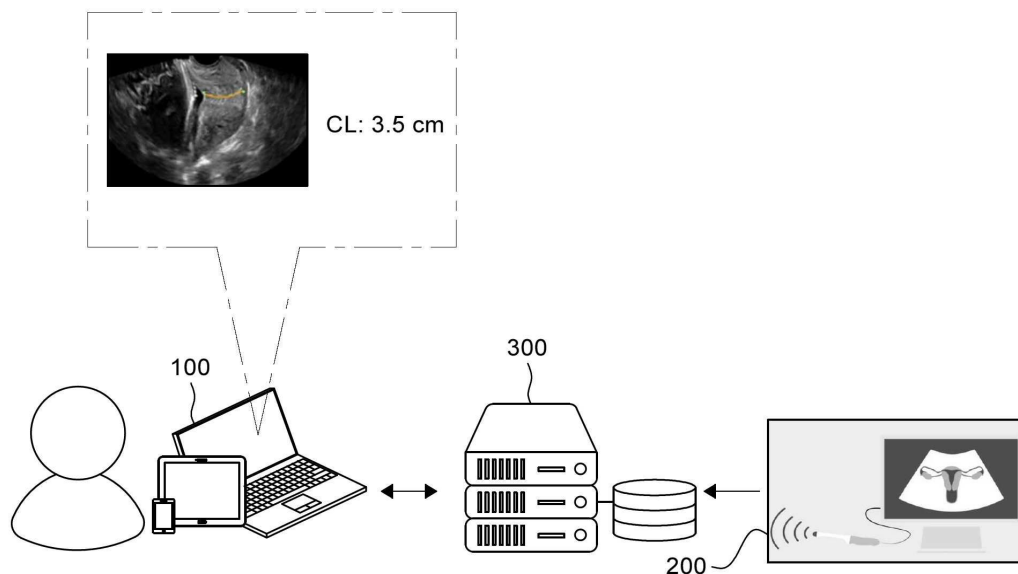
154: 센서 처리 모듈 155: 전화 모듈

- 156: 애플리케이션들
- 156-1, 156-2: 애플리케이션
- 157: 디지털 어시스턴트 클라이언트 모듈
- 158: 사용자 데이터
- 160: 모션 센서 161: 조명 센서
- 162: 근접 센서 163: 기타 센서
- 170: 카메라 서브 시스템 171: 광학 센서
- 180: 통신 서브 시스템
- 190: 오디오 서브 시스템
- 191: 스피커 192: 마이크
- 300: 정보 제공용 서버
- 310: 통신 인터페이스
- 311: 유선 통신 포트 312: 무선 회로
- 320: 메모리
- 321: 운영 체제 322: 통신 모듈
- 323: 사용자 인터페이스 모듈 324: 애플리케이션
- 330: I/O 인터페이스 340: 프로세서

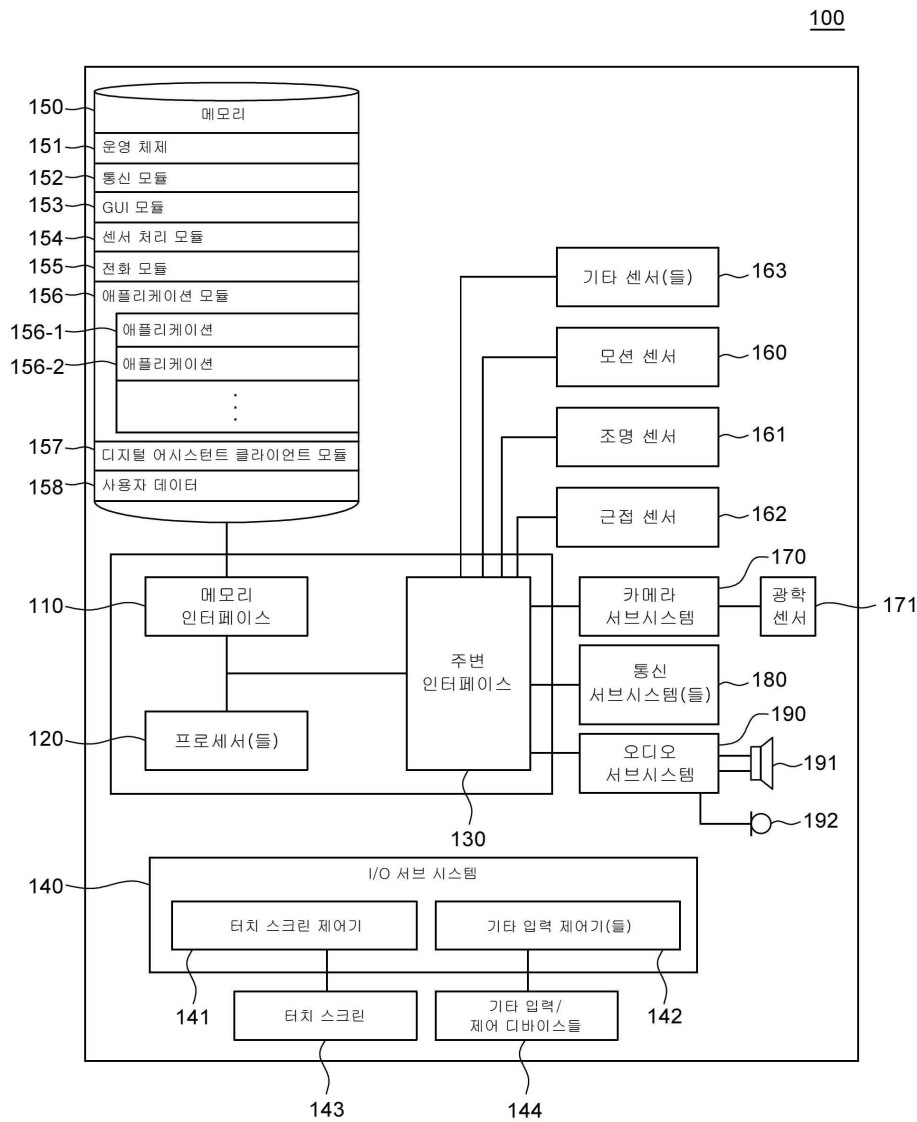
도면

도면1

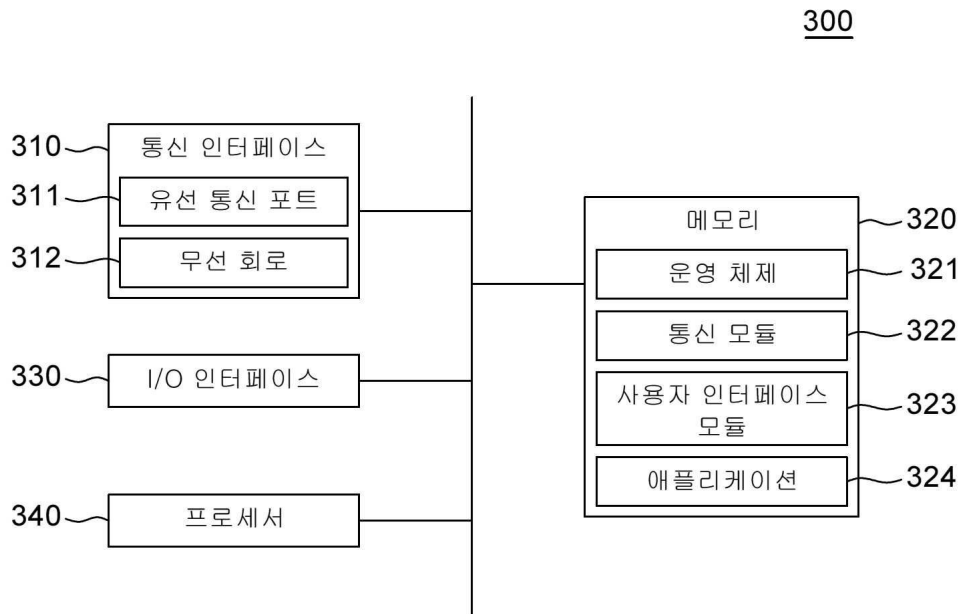
1000



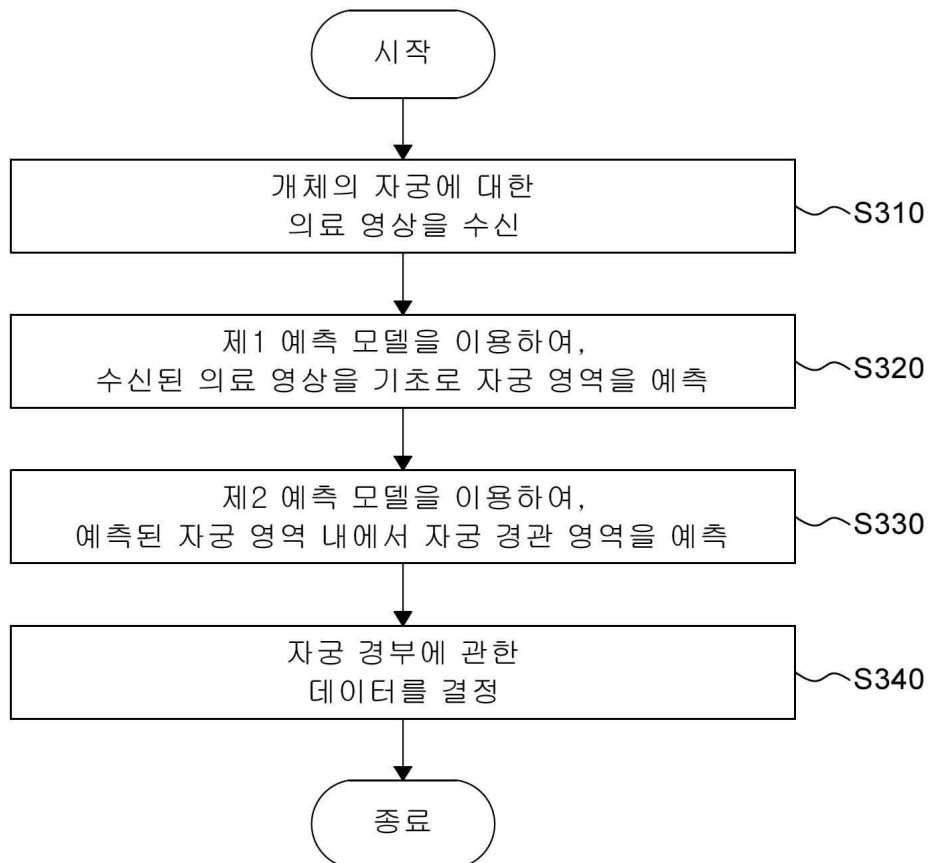
도면2a



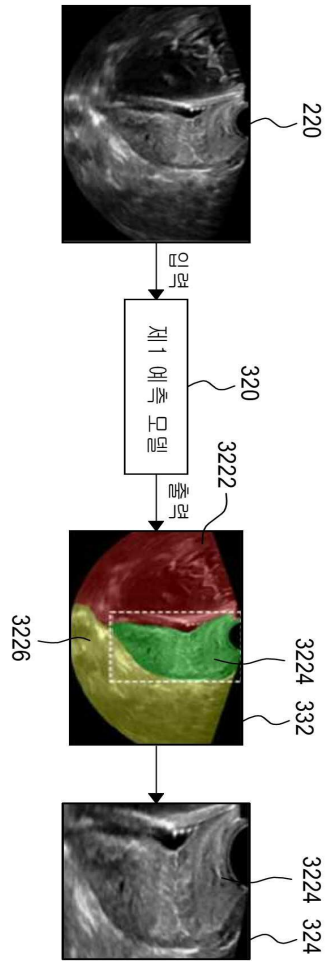
도면2b



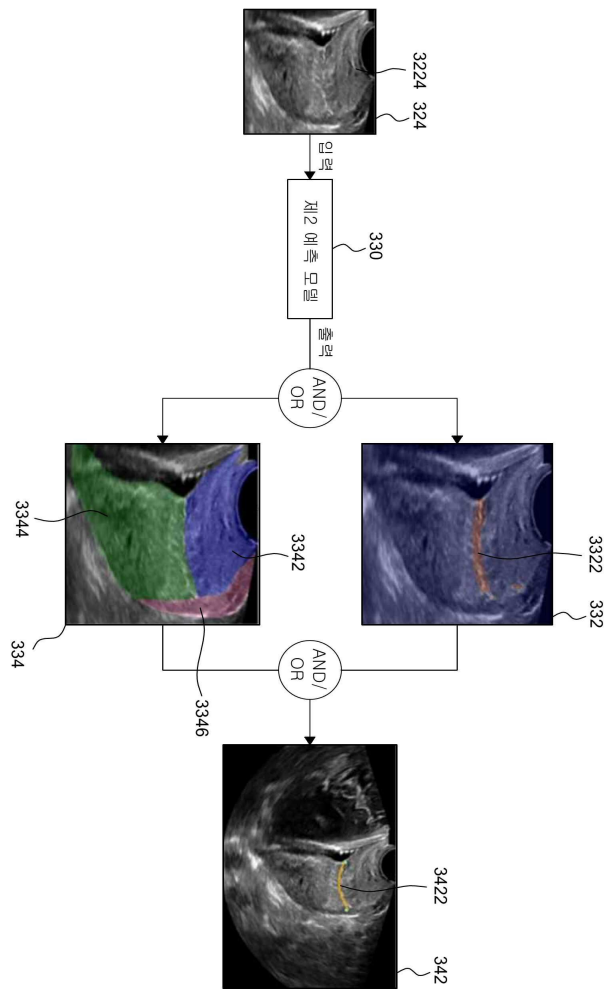
도면3



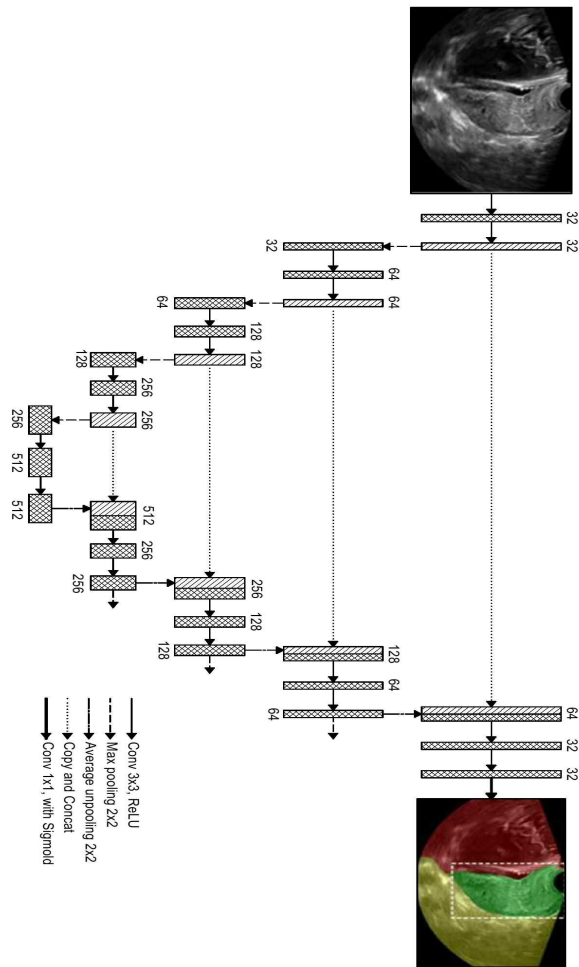
도면4a



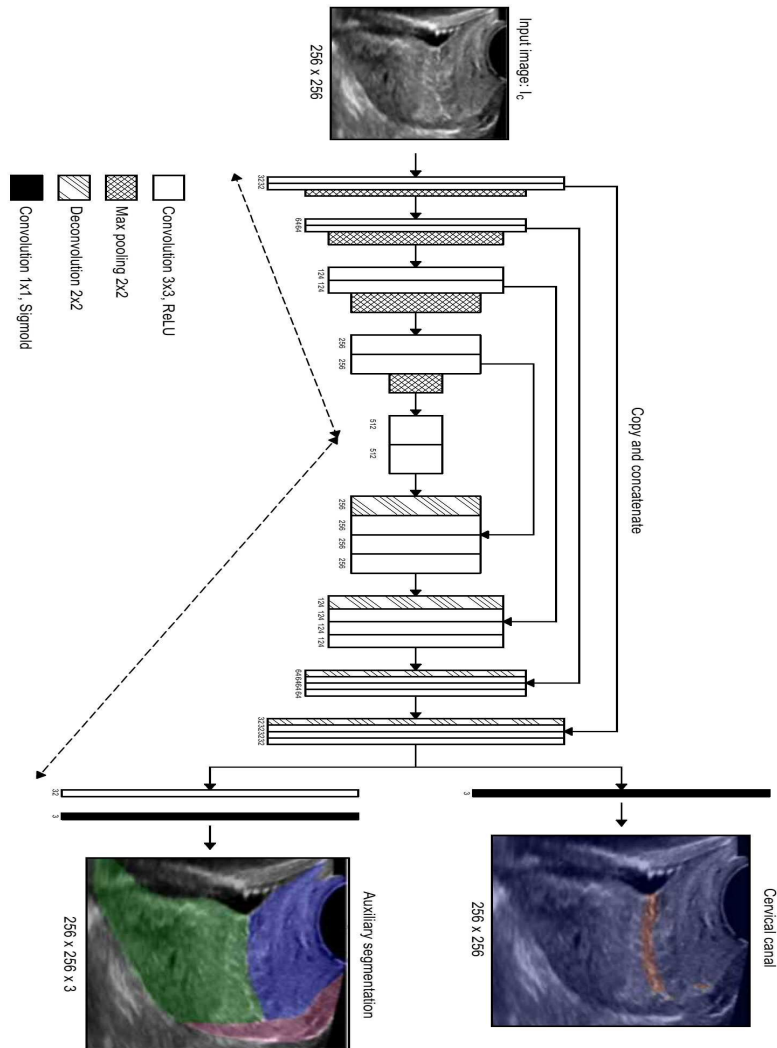
도면4b



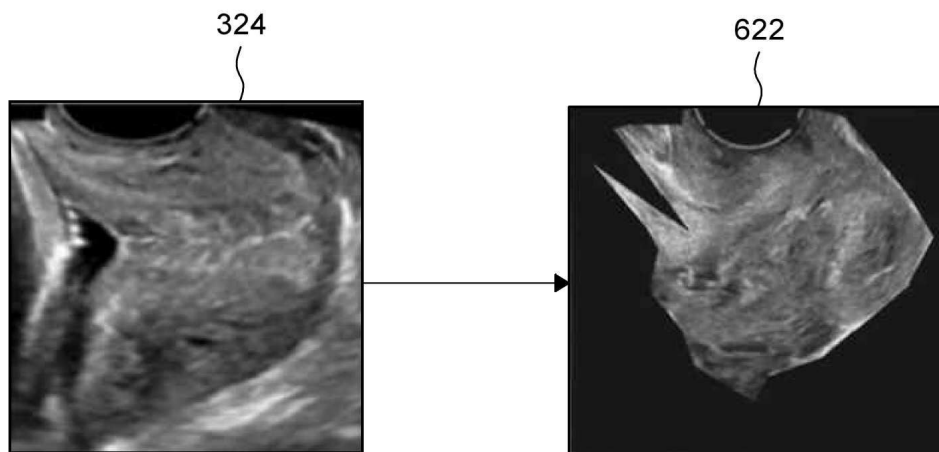
도면5a



도면5b



도면6a



도면6b

