



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0145359
(43) 공개일자 2021년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/20 (2018.01) A61B 8/08 (2006.01)
G16H 10/60 (2018.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)
A61B 8/0858 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0062102

(22) 출원일자 2020년05월25일

심사청구일자 2020년05월25일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

주식회사 인피닉스

대구광역시 달성군 현풍읍 테크노중앙대로 333, 402호(대구경북과학기술원산학협력관)

(72) 발명자

이상미

서울특별시 서대문구 연세로 50-1(신촌동, 연세대학교 의과대학 내과학교실)

이상은

서울특별시 강남구 압구정로 151, 121동 901호(압구정동, 현대아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 22 항

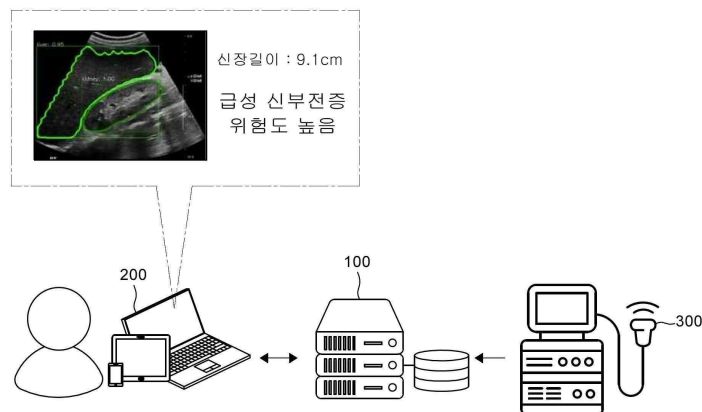
(54) 발명의 명칭 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스

(57) 요약

본 발명은, 프로세서에 의해 구현되는 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법으로서, 개체의 신장을 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계, 의료 영상 내에서 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델을 이용하여 의료 영상 내에서 신장 영역을 결정하는 단계, 신장 영역을 기반으로 신장에 대한 특징을 결정하는 단계, 및 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스를 제공한다.

대표도 - 도1a

1000



(52) CPC특허분류

A61B 8/5223 (2013.01)

G16H 10/60 (2021.08)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/70 (2018.01)

(72) 발명자

박정탁

서울특별시 서대문구 연세로 50-1(신촌동, 연세대학교 의과대학 내과학교실)

이인호

경기도 양주시 고암길 200, 103동 2001호(고암동, 덕정 중흥에스클래스)

강명균

대구광역시 달성군 현풍읍 테크노북로4길 27, 303동 212호(대구테크노폴리스엘에이치천년나무3단지)

변근호

서울특별시 서대문구 수색로 100, 212동 1402호(북가좌동, DMC래미안e편한세상)

김범경

서울특별시 서대문구 연세로 50-1(신촌동, 연세대학교 의과대학 내과학교실)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415164295
과제번호	10060085
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자시스템산업핵심기술개발(R&D)
연구과제명	의료-헬스 IT 분야 'Start-up'의 글로벌 기술기업 도약 지원 특화 R&D 플랫폼 및
관련 의료기기 SW기술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.06.01 ~ 2020.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서에 의해 구현되는 신부전증 진단에 대한 정보 제공 방법으로서,

개체의 신장을 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계;

상기 의료 영상 내에서 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 내에서 신장 영역을 결정하는 단계;

상기 신장 영역을 기반으로 신장에 대한 특징을 결정하는 단계, 및

상기 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계를 포함하는, 신부전증 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신장 영역은,

신장 유조직 (kidney parenchyma) 영역을 포함하고,

상기 신장에 대한 특징은 상기 유조직 영역의 평균 밝기를 포함하고,

상기 신장에 대한 특징을 결정하는 단계는,

상기 유조직 영역의 평균 밝기를 산출하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 신장 영역을 결정하는 단계 이후에,

상기 신장 영역을 복수의 영역으로 분할하는 단계, 및

상기 복수의 영역 중 선택된 특정 영역을 상기 신장 유조직 영역으로 결정하는 단계를 더 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 의료 영상은 상기 개체에 대한 간 영역을 더 포함하고,

상기 영역 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 내에서 상기 간 영역을 결정하는 단계, 및

상기 간 영역을 기반으로 간에 대한 특징을 결정하는 단계를 더 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 신장에 대한 특징은, 신장의 밝기를 포함하고,

상기 간에 대한 특징은, 간의 밝기를 포함하고,

상기 신장에 대한 특징을 결정하는 단계는,

상기 간의 밝기에 기초하여, 상기 신장의 밝기를 결정하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는,

의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 신부전증 발병 여부를 결정하도록 학습된, 질환 분류 모델을 이용하여 상기 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 개체에 대하여, 당뇨병의 발병 여부, 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나의 의료 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하고,

상기 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는,

상기 질환 분류 모델을 이용하여, 상기 의료 데이터, 상기 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 질환 분류 모델은,

특징 추출 레이어를 포함하는 복수의 레이어로 이루어지고,

상기 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는,

상기 특징 추출 레이어에 상기 의료 영상이 입력되어 특징이 추출되는 단계;

상기 복수의 레이어 중 마지막 레이어에 상기 의료 영상으로부터 추출된 특징, 상기 의료 데이터 및 상기 특징 데이터가 입력되는 단계, 및

신부전증의 발병 여부에 대한 결과가 출력되는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 신장 영역을 결정하는 단계 이후에,

상기 신장 영역을 크로핑(cropping) 하는 단계를 더 포함하고,

상기 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는,

상기 질환 분류 모델을 이용하여, 크로핑된 신장 영역, 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 신장에 대한 특징은, 신장의 길이를 포함하고,

상기 신장에 대한 특징을 결정하는 단계는,

상기 신장 영역의 장 축을 결정하는 단계, 및

상기 장축의 길이를 상기 신장의 길이로 결정하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 신부전증 발병 여부를 평가하는 단계는,

상기 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 급성 신부전증 또는 만성 신부전증의 발병 여부를 결정하는 단계를 포함하는, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법.

청구항 12

개체의 신장을 포함하는 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및

상기 통신부와 통신하도록 연결된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 의료 영상 내에서 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 내에서 신장 영역을 결정하고, 상기 신장 영역을 기반으로 신장에 대한 특징을 결정하고, 상기 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 신장 영역은,

신장 유조직 (kidney parenchyma) 영역을 포함하고,

상기 신장에 대한 특징은 상기 유조직 영역의 평균 밝기를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 유조직 영역의 평균 밝기를 산출하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 신장 영역을 복수의 영역으로 분할하고, 상기 복수의 영역 중 선택된 특정 영역을 상기 신장 유조직 영역으로 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 의료 영상은 상기 개체에 대한 간 영역을 더 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 영역 예측 모델을 이용하여, 상기 의료 영상 내에서 상기 간 영역을 결정하고, 상기 간 영역을 기반으로 간에 대한 특징을 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 신장에 대한 특징은,

상기 신장의 밝기를 포함하고,

상기 간에 대한 특징은,

간의 밝기를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 간의 밝기에 기초하여, 상기 신장의 밝기를 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 신부전증 발병 여부를 결정하도록 학습된, 질환 분류 모델을 이용하여 상기 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 통신부는,

상기 개체에 대하여, 당뇨병의 발병 여부, 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나의 의료 데이터를 수신하도록 더 구성되고,

상기 프로세서는,

상기 질환 분류 모델을 이용하여, 상기 의료 데이터, 상기 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 질환 분류 모델은,

특징 추출 레이어를 포함하는 복수의 레이어로 이루어지고,

상기 프로세서는,

상기 특징 추출 레이어에 상기 의료 영상이 입력되어 특징이 추출되고, 상기 복수의 레이어 중 마지막 레이어에 상기 의료 영상으로부터 추출된 특징, 상기 의료 데이터 및 상기 특징데이터가 입력되고, 신부전증의 발병 여부에 대한 결과가 출력되도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 신장 영역을 크로핑 (cropping) 하고, 상기 질환 분류 모델을 이용하여, 크로핑된 신장 영역, 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 21

제12항에 있어서,

상기 신장에 대한 특징은, 신장의 길이를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 신장 영역의 장 축을 결정하고, 상기 장축의 길이를 상기 신장의 길이로 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

청구항 22

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 의료 영상 및 상기 신장에 대한 특징에 기초하여 상기 개체에 대한 급성 신부전증 또는 만성 신부전증의 발병 여부를 결정하도록 더 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 의료 영상에 기초하여 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 구성된 방법 및 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신부전증 (Renal failure) 은 신장 기능이 제대로 이루어지지 않아 몸 안에 노폐물이 쌓여서 신체의 여러 가지 기능이 제대로 수행되지 않는 상태를 의미할 수 있다. 이때, 신부전증은 급성 신부전증 (acute renal failure) 과, 만성 신부전증 (chronic renal failure) 으로 나뉠 수 있다. 보다 구체적으로, 급성 신부전증은 신장내의 혈류이상, 신장 주변의 세포이상, 전립선, 방광, 신장결석 그리고 종양의 원인으로 인하여 신장 기능이 수시간에서 수일에 걸쳐 급격하게 저하되는 임상적 상태를 의미할 수 있다. 나아가, 만성 신부전증은 당뇨병성 신장 질환, 고혈압과 기타 요로질환으로 인하여 3개월 이상 신장이 손상되어 있거나 신장 기능 감소가 지속적으로 나타나는 임상적 상태를 의미할 수 있다.

[0003] 신부전증의 진단방법으로는 복부 초음파 검사, 혈액검사, 소변검사가 있을 수 있다. 이때, 복부 초음파 검사는 의료진의 숙련도에 의존적일 수 있다. 예를 들어, 초음파 의료 영상에 기초한 급성 신부전증 및 만성 신부전증의 구별은 의료진의 숙련도에 따라 상이할 수도 있다. 나아가, 혈액검사 및 소변검사의 경우, 혈청 또는 소변 내의 크레아틴 단백질 수준에 기초하여 수행될 수 있으나, 진단 결과가 나오기까지 시간이 오래 걸리며, 약물이 추가적으로 이용된다는 제한점을 갖고 있다.

[0004] 신부전증의 치료는 신장이식, 복막투석, 혈액 투석이 있을 수 있으나, 완치가 어려울 수 있어, 조기 진단으로 질병의 발병을 차단하는 것이 중요하게 여겨진다. 이는 조기 발견이 되어 신속하게 치료가 이루어지면, 정상 신장 기능으로 회복될 수 있는 가능성이 높기 때문에 조기 진단이 중요시 되는 질병이다.

[0005] 의료 서비스의 향상 등을 위하여 조기 진단이 더욱 요구되고 있음에 따라, 신부전증을 높은 정확도로 평가할 수 있는 새로운 진단 방법의 개발이 요구된다.

[0006] 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

[0007] 한편, 연구자들은 인공지능 알고리즘 기반의 시스템을 도입함으로써 종래의 신부전증의 진단 시스템이 갖는 한계 및 문제점들을 보완하고자 하였다.

[0008] 그 결과, 의료 영상에 기초하여 신부전증의 발병 여부를 분류하도록 학습된 예측 모델을 이용한 신부전증의 진단 시스템이 제안되었다. 상기 시스템은, 이전보다 신뢰도 높은 결과를 제공할 수 있었으나, 신부전증의 진단에 있어 의료 영상의 특징만을 이용함에 따라, 진단 능력 향상에 한계가 있을 수 있다.

[0009] 한편, 본 발명의 발명자들은, 전술한 신부전증의 진단 시스템이 갖는 한계를 극복하고자 하였고, 의료 영상뿐만 아니라 개체에 대한 다양한 임상적 데이터를 학습한 예측 모델을 신부전증 진단 시스템에 적용하고자 하였다.

[0010] 더욱이, 본 발명의 발명자들은, 신장의 길이, 밝기 등의 신부전증과 연관된 임상적 특징을 추출하는 과정에서 신뢰도 높은 정보를 추출하기 위해 주변 장기에 대한 영역을 더욱 고려하고자 하였다.

- [0011] 보다 구체적으로, 본 발명의 발명자들은, 신부전증의 진단 시스템에 대하여 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델과, 이로부터 추출된 신장에 대한 특징, 그리고 개체의 나이, 키, 당뇨병 발병 여부 등의 임상 정보를 기초로 신부전증의 발병 여부를 분류하도록 구성된 질환 분류 모델을 적용하고자 하였다.
- [0012] 이때, 본 발명의 발명자들은, 초음파 기기 간 밝기 차이가 나타나는 점을 인지할 수 있었고, 밝기를 보정하기 위한 방안으로, 영역 예측 모델에 대하여 신장의 영역뿐만 아니라 간 영역을 예측하도록 설계할 수 있었다.
- [0013] 그 결과, 본 발명의 발명자들은, 신부전증의 진단 시스템이 간 영역의 밝기에 기초하여 신장 영역에 대한 밝기를 결정함에 따라, 신뢰도 높은 신부전증과 연관된 임상적 특징이 제공될 수 있음을 확인할 수 있었다.
- [0014] 특히, 본 발명의 발명자들은, 새로운 신부전증의 진단 시스템을 제공함으로써, 만성 신부전증 및 급성 신부전증을 판독하는 것에 제한을 갖는 종래의 의료 영상에 기초한 진단 시스템의 한계를 극복할 수 있음을 기대할 수 있었다.
- [0015] 또한, 본 발명의 발명자들은 새로운 신부전증의 진단 시스템을 제공함으로써, 인공 지능 기반의 판독 결과의 지원에 따라 일관성 및 신뢰성 높은 판독 결과가 제공될 수 있음을 인지할 수 있었다.
- [0016] 나아가, 본 발명의 발명자들은 새로운 신부전증의 진단 시스템을 통한 조기 진단을 통해 타 검사를 위한 비용 절감 및 예후 예측이 가능하며, 특히 일차 의료기관에서 신장 질환에 대한 조기 진단 및 신속한 임상적 조치가 가능함을 기대할 수 있었다.
- [0017] 이에, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 영역 예측 모델을 이용하여 수신된 의료 영상에 대하여 신장 영역 및/또는 간 영역을 결정하고, 이를 기초로 신장에 대한 특징 및/또는 간에 대한 특징을 결정하고, 의료 영상 및 특징에 기초하여 신부전증 발병 여부를 평가하도록 구성된, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 영역 예측 모델을 이용하여 수신된 의료 영상에 대하여 신장 영역을 결정하고, 이를 기초로 신장에 대한 특징을 결정하고, 질환 분류 모델을 이용하여 추가로 수신된 개체에 대한 임상적 정보, 의료 영상에 대한 특징 및 신장에 대한 특징에 기초하여 신부전증 발병 여부를 평가하도록 구성된, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스를 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0020] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법이 제공된다. 본 방법은, 프로세서에 의해 구현되는 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법으로서, 개체의 신장을 포함하는 의료 영상을 수신하는 단계, 의료 영상 내에서 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 내에서 신장 영역을 결정하는 단계, 신장 영역을 기반으로 신장에 대한 특징을 결정하는 단계, 및 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계를 포함한다.
- [0021] 본 발명의 특징에 따르면, 신장 영역은, 신장 유조직(kidney parenchyma) 영역을 포함하고, 신장에 대한 특징은 유조직 영역의 평균 밝기를 포함할 수 있다. 이때, 신장에 대한 특징을 결정하는 단계는, 유조직 영역의 평균 밝기를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 신장 영역을 결정하는 단계 이후에, 신장 영역을 복수의 영역으로 분할하는 단계, 및 복수의 영역 중 선택된 특정 영역을 신장 유조직 영역으로 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 의료 영상은 개체에 대한 간 영역을 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 방법은 영역 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 내에서 간 영역을 결정하는 단계, 및 간 영역을 기반으로 간에 대한 특징을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 신장에 대한 특징은, 신장의 밝기를 포함하고, 간에 대한 특징은, 간의 밝기를 포함할 수 있다. 이때, 신장에 대한 특징을 결정하는 단계는, 간의 밝기에 기초하여, 신장의 밝기를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에

기초하여 신부전증 발병 여부를 결정하도록 학습된, 질환 분류 모델을 이용하여 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0026] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은, 개체에 대하여, 당뇨병의 발병 여부, 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나의 의료 데이터를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는, 질환 분류 모델을 이용하여, 의료 데이터, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 질환 분류 모델은, 특징 추출 레이어를 포함하는 복수의 레이어로 이루어지고, 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는, 특징 추출 레이어에 의료 영상이 입력되어 특징이 추출되는 단계, 복수의 레이어 중 마지막 레이어에 의료 영상으로부터 추출된 특징, 의료 데이터 및 특징데이터가 입력되는 단계, 및 신부전증의 발병 여부에 대한 결과가 출력될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 방법은, 신장 영역을 결정하는 단계 이후에, 신장 영역을 크로핑(cropping) 하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 신부전증의 발병 여부를 평가하는 단계는, 질환 분류 모델을 이용하여, 크로핑된 신장 영역, 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 신장에 대한 특징은 신장의 길이를 포함하고, 신장에 대한 특징을 결정하는 단계는, 신장 영역의 장 축을 결정하는 단계, 및 장 축의 길이를 신장의 길이로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 신부전증 발병 여부를 평가하는 단계는, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 급성 신부전증 또는 만성 신부전증의 발병 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스가 제공된다. 본 디바이스는, 개체의 신장을 포함하는 의료 영상을 수신하도록 구성된 통신부, 및 통신부와 통신하도록 연결된 프로세서를 포함한다. 이때, 프로세서는, 의료 영상 내에서 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 내에서 신장 영역을 결정하고, 신장 영역을 기반으로 신장에 대한 특징을 결정하고, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 구성된다.
- [0032] 본 발명의 특징에 따르면, 신장 영역은, 신장 유조직(kidney parenchyma) 영역을 포함하고, 신장에 대한 특징은 유조직 영역의 평균 밝기를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는, 유조직 영역의 평균 밝기를 산출하도록 더 구성될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 신장 영역을 복수의 영역으로 분할하고, 복수의 영역 중 선택된 특정 영역을 신장 유조직 영역으로 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 의료 영상은 개체에 대한 간 영역을 더 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는, 영역 예측 모델을 이용하여, 의료 영상 내에서 간 영역을 결정하고, 간 영역을 기반으로 간에 대한 특징을 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 신장에 대한 특징은, 신장의 밝기를 포함하고, 간에 대한 특징은, 간의 밝기를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는, 간의 밝기에 기초하여, 신장의 밝기를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 신부전증 발병 여부를 결정하도록 학습된, 질환 분류 모델을 이용하여 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0037] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 통신부는, 개체에 대하여, 당뇨병의 발병 여부, 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나의 의료 데이터를 수신하도록 더 구성될 수 있다. 이때, 프로세서는, 질환 분류 모델을 이용하여, 의료 데이터, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 더 구성될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 질환 분류 모델은, 특징 추출 레이어를 포함하는 복수의 레이어로 이루어질 수 있다. 이때, 프로세서는, 특징 추출 레이어에 의료 영상이 입력되어 특징이 추출되고, 복수의 레이어 중 마지막 레이어에 의료 영상으로부터 추출된 특징, 의료 데이터 및 특징데이터가 입력되고, 신부전증의 발병 여부

에 대한 결과가 출력되도록 더 구성될 수 있다.

- [0039] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 신장 영역을 크로핑(cropping) 하고, 질환 분류 모델을 이용하여, 크로핑된 신장 영역, 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 신장에 대한 특징은, 신장의 길이를 포함할 수 있다. 이때, 프로세서는, 신장 영역의 장 축을 결정하고, 장축의 길이를 신장의 길이로 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 프로세서는, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 급성 신부전증 또는 만성 신부전증의 발병 여부를 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [0042] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0043] 본 발명은, 예측 모델에 기초하여 의료 영상으로부터 신부전증과 연관된 임상적 특징을 추출하고, 분류 모델에 기초하여 신부전증의 발병 여부를 결정하도록 구성된, 새로운 신부전증의 진단 시스템을 제공함으로써, 정확도 높은 신부전증에 대한 평가 결과를 제공할 수 있다.
- [0044] 보다 구체적으로, 본 발명은, 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델과, 이로부터 추출된 신장에 대한 특징 및 개체의 나이, 키, 당뇨병 발병 여부 등의 임상 정보를 기초로 신부전증의 발병 여부를 분류하도록 구성된 질환 분류 모델이 적용된 신부전증의 진단 시스템을 제공하여 신부전증의 진단과 연관된 판독 결과를 제공할 수 있다.
- [0045] 특히, 본 발명은 초음파간 밝기 차이를 고려하도록, 간 영역의 밝기에 기초하여 신장 영역에 대한 밝기를 결정하도록 설계됨에 따라, 신뢰도 높은 신부전증과 연관된 임상적 특징을 제공할 수 있다.
- [0046] 이에, 본 발명은 만성 신부전증 및 급성 신부전증을 판독하는 것에 한계를 갖는 종래의 의료 영상에 기초한 진단 시스템의 제한을 극복할 수 있다.
- [0047] 또한, 본 발명은 새로운 신부전증의 진단 시스템을 제공함으로써, 인공 지능 기반의 판독 결과의 지원에 따라 일관성 및 신뢰성 높은 판독 결과를 제공할 수 있다.
- [0048] 나아가, 본 발명은, 타 검사를 위한 비용 절감 및 예후 예측에 기여할 수 있고, 특히 일차 의료기관에서 신장 질환에 대한 조기 진단 및 신속한 임상적 조치를 수행하는 것에 기여할 수 있다.
- [0049] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0050] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스에 기초한 신부전증의 진단 시스템을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스로부터 신부전증에 대한 정보를 수신 받아 출력하는 의료진 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다.
- 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법에 따라 신부전증 여부를 결정하는 절차를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 3b 및 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법에서, 신장에 대한 특징을 추출하는 단계를 예시적으로 도시한 것이다.
- 도 4a 내지 4c는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 영역 예측 모델의 영역 분할에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 질환 분류 모델에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0051] 본 발명의 이점 및 특징, 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. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조부호가 사용될 수 있다.
- [0052] 본 문서에서, "가진다," "가질 수 있다," "포함한다," 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.
- [0053] 본 문서에서, "A 또는 B," "A 또는/및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B," "A 및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는(3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.
- [0054] 본 문서에서 사용된 "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는, 순서 또는 중요도와 무관하게, 서로 다른 사용자 기기를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 본 문서에 기재된 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.
- [0055] 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어"((operatively or communicatively) coupled with/to)" 있다거나 "접속되어(connected to)" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.
- [0056] 본 문서에서 사용된 표현 "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한(suitable for)," "~하는 능력을 가지는(having the capacity to)," "~하도록 설계된(designed to)," "~하도록 변경된(adapted to)," "~하도록 만들어진(made to)," 또는 "~를 할 수 있는(capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성된(또는 설정된)"은 하드웨어적으로 "특별히 설계된(specifically designed to)" 것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된)프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(generic-purpose processor)(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0057] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.
- [0058] 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.
- [0059] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.
- [0060] 본 명세서에서 사용되는 용어, "개체"는 신부전증을 예측하고자 하는 모든 대상을 의미할 수 있다. 예를 들어,

개체는, 신부전증 의심 개체일 수도 있다. 이때, 본 명세서 내에 개시된 개체는, 인간을 제외한 모든 포유 동물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0061] 본 명세서에서 사용되는 용어, "의료 영상"은, 영상 진단 장치로부터 촬영된 의료 영상으로, 신장 부위 나아가 간 부위를 포함할 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 의료 영상은, 개체에 대하여 촬영된 초음파 의료 영상으로, 신장 영역, 특히 신장 유조직 (kidney parenchyma) 영역을 포함할 수 있다. 나아가 초음파 의료 영상은 간 영역을 포함할 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0063] 한편, 의료 영상은, 2차원 영상, 3차원 영상, 한 컷의 스틸 영상, 또는 복수 개의 컷으로 구성된 동영상일 수 있다. 예를 들어, 의료 영상이 복수 개의 컷으로 구성된 동영상일 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법에 따라 복수 개의 의료 영상 각각에 대하여 신장에 대한 특징이 추출된 후, 신부전증의 발병 여부에 대한 평가가 수행될 수 있다. 그 결과, 본 발명은 초음파 진단 장치와 같은 영상 진단 장치로부터의 의료 영상의 수신과 동시에 신부전증에 대한 평가를 수행할 수 있어, 실시간으로 신부전증의 진단 정보를 제공할 수 있다.
- [0064] 본 명세서에서 사용되는 용어, "영역 예측 모델"은 의료 영상에 내에서 신부전증의 진단과 연관된 특징 추출을 위해, 신장 및/또는 간과 같은 관심 영역의 경계를 결정하여 분할하도록 구성된 모델일 수 있다.
- [0065] 예를 들어, 영역 예측 모델은, 초음파 의료 영상을 입력으로 하여, 신장 영역 및 간 영역을 분할하여 출력하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0066] 본 발명의 특징에 따르면, 영역 예측 모델은 R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, Mask R-CNN일 수 있다.
- [0067] 바람직하게, 본 발명의 다양한 실시예에서 영역 예측 모델은, 신장 및/또는 간의 목표 영역을 검출한 후 검출된 영역에 대한 분할을 진행하고, 이에 추가적인 포스트-프로세싱 없이도 높은 품질의 분할 결과를 제공할 수 있는 Mask R-CNN일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 본 발명의 영역 예측 모델은, CNN (Convolutional Neural Network) 기반의 SegNet, DeconvNet, DeepLAB V3+과 같은 DNN (deep neural network) 을 기반으로 하는 예측 모델일 수도 있다.
- [0068] 특히, 본 발명의 다양한 실시예에서 영역 예측 모델은, 영역 분할 후 작은 세그먼트들을 필터링하기 위한 포스트-프로세싱이 요구되고, 분할에서 홀들을 제거해야 하는 한계점을 갖는, U-Net 또는 FCN 기반의 영역 분할 모델보다 정확도 높은 분할 결과를 제공할 수 있다.
- [0069] 보다 구체적으로, 영역 예측 모델은, 사전 훈련된 ImageNet ResNext101을 백본으로하여, 특징 추출을 위한 ROIAlign 및 FPN (Feature Pyramid Networks) 가 적용된 모델일 수 있다.
- [0070] 이러한 구조적 특징에 의해, 의료 영상이 백본에 입력된 후, FPN을 통해 각 레이어에서 추출된 특징들이 재조합될 수 있다. 추출 특징들은 ROIAlign에 의해 서로 다른 스케일에서 다른 비율로 리샘플링되고, 목표 영역의 검출, 분류 및 분할을 위해 최종적으로 Mask R-CNN의 헤드에 입력될 수 있다.
- [0071] 한편, 영역 예측 모델의 학습에, 멀티-태스크 손실 (multi-task loss) 이 적용될 수 있고, 보다 구체적으로 스무스 L1 (smooth L1) 이 바운딩 박스 회귀 모델 (bounding box regression) 에 사용되고, 바이너리 크로스 엔트로피 (binary cross-entropy) 가 영역 분할에 사용될 수 있다. 훈련된 영역 예측 모델을 획득하기 위해, 손실이 최소화될 수 있는 경사 하강법 (gradient descent) 이 적용될 수 있다. 이때, 학습률이 0.001이고, 배치 사이즈 (batch size) 가 48인 확률적 경사 하강법 (stochastic gradient descent) 이 이용될 수 있다.
- [0072] 영역 예측 모델에 의해 출력된 신장 영역 및/또는 간 영역의 분할 결과는, 신부전증의 진단과 연관된 임상적 특징, 예를 들어 신장의 길이, 및 밝기와 같은 특징을 추출하는 절차에 이용될 수 있다.
- [0073] 즉, 영역 예측 모델에 의해 의료 영상 내에서 결정된 목표 영역에 기초하여 임상적 특징이 결정될 수 있음에 따라, 본 발명의 신부전증 진단 시스템에 의한 신부전증 진단의 정보는 높은 신뢰도를 가질 수 있다.
- [0074] 본 명세서에서 사용되는 용어, "신장에 대한 특징"은 전술한 신부전증과 연관된 임상적 특징을 의미할 수 있다. 신장에 대한 특징은, 신장의 길이, 및 신장 에코발생도 (echogenicity) 의 신장의 밝기를 포함할 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 신장의 두께, 탄성도 등을 더욱 포함할 수 있다. 나아가, 신장의 밝기는 신장 유조직 영역에 대한 평균 에코발생도 (또는 평균 픽셀값) 을 의미할 수 있다.

- [0075] 한편, "간에 대한 특징"은 간의 밝기를 포함할 수 있다. 이때, 간의 밝기는, 신장의 밝기를 보정하기 위한 특징일 수 있다. 예를 들어, 초음파 기기 간 밝기 차이가 나타날 수 있음을 고려했을 때, 신장의 밝기는 간에 대한 신장의 에코발생도에 대응할 수도 있다.
- [0076] 본 명세서에서 사용되는 용어, "질환 분류 모델"은 의료 영상, 신장에 대한 특징, 및/또는 개체에 대한 의료 데이터를 입력으로 하여, 최종적으로 정상 또는 신부전증, 급성 신부전증 또는 만성 신부전증을 확률적으로 출력하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0077] 이때, "의료 데이터"는 개체에 대한 당뇨병의 발병 여부, 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나일 수 있고, 바람직하게 당뇨병의 발병 여부, 및 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0078] 본 발명의 특징에 따르면, 질환 분류 모델은, 의료 영상, 신장에 대한 특징, 및 의료 데이터를 모두 이용하여, 신부전증의 발병 여부를 최종 분류하도록 학습된 모델일 수 있다.
- [0079] 이때, 질환 분류 모델은, ResNet18일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, VGG net, DenseNet 기반의 모델일 수도 있다.
- [0080] 보다 구체적으로, 질환 분류 모델에서, 신장 영역을 포함하는 목표 영역이 크로핑된 의료 영상이 입력되면, 이에 대한 특징을 추출하는 컨볼루션 레이어를 거쳐 글로벌 평균 풀링(global average pooling)이 적용되고, 정상 또는 신부전증의 분류를 위한 FC(fully connected) 레이어로 이어질 수 있다.
- [0081] 특히 질환 분류 모델의 마지막 레이어는, 크로핑된 의료 영상으로부터 추출된 특징과 함께, 의료 데이터 및 신장에 대한 특징이 입력된 후 접합(concatenation)되어 최종적으로 신부전증의 발병 여부, 만성 신부전증 또는 급성 신부전증인지에 대한 분류 결과가 출력되도록 구성될 수 있다.
- [0082] 즉, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 신부전증 진단 시스템은, 영역 예측 모델뿐만 아니라, 질환 분류 모델이 적용되어 신부전증 진단과 연관된 신뢰도 높은 정보를 제공할 수 있다.
- [0083] 한편, 훈련된 질환 분류 모델을 획득하기 위해, 예러가 최소화될 수 있는 경사 하강법이 적용될 수 있다.
- [0084] 보다 구체적으로, 학습률이 0.001이고 배치 사이즈가 16인 ADAM(adaptive moment estimation optimizer)가 이용될 수 있고, 90 에포크(epochs)까지 코사인 어닐링(cosine annealing) 학습률 스케줄러에 의해 학습률의 감소가 진행될 수 있다.
- [0085] 이하에서는 도 1a 내지 1c를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스에 기초한 신부전증의 진단 시스템을 설명한다.
- [0086] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스에 기초한 신부전증의 진단 시스템을 예시적으로 도시한 것이다. 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다. 도 1c는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스로부터 신부전증에 대한 정보를 수신 받아 출력하는 의료진 디바이스의 구성을 예시적으로 도시한 것이다.
- [0087] 먼저, 도 1a를 참조하면, 신부전증의 진단 시스템(1000)은, 개체에 대한 의료 영상을 기초로 신부전증과 관련된 정보를 제공하도록 구성된 시스템일 수 있다. 이때, 신부전증의 진단 시스템(1000)은, 의료 영상에 기초하여, 신부전증과 연관된 임상적 특징을 추출하고, 이를 기초로 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 구성된, 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스(100), 신부전증 진단에 대한 정보를 수신하는 의료진 디바이스(200) 및 초음파 의료 영상과 같은 의료 영상을 제공하는 의료 영상 촬영용 디바이스(300)로 구성될 수 있다.
- [0088] 먼저, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스(100)는 의료 영상 촬영용 디바이스(300)로부터 제공된 사용자의 의료 영상을 기초로 신부전증의 발병 여부를 평가하기 위해 다양한 연산을 수행하는 범용 컴퓨터, 랩탑, 및/또는 데이터 서버 등을 포함할 수 있다. 의료진 디바이스(200)는 신부전증에 대한 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.
- [0089] 구체적으로, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스(100)는 의료 영상 촬영용 디바이스(300)로부터 의료 영상을 수신하고, 외부 DB(미도시)로부터 개체에 대한 의료 기록 데이터를 수신한 후, 수신된 의료 영상

으로부터 신장 영역 및/또는 간 영역을 검출 및 분할하여, 이들에 대한 특징을 추출하고, 의료 영상, 이들에 대한 특징, 나아가 의료 데이터를 이용하여 최종적으로 신부전증의 발병 여부를 평가하여 결과를 제공할 수 있다.

[0090] 이때, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 개체에 대한 신부전증의 발병과 연관된 데이터를 의료진 디바이스 (200) 로 제공할 수 있다.

[0091] 이와 같이 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 로부터 제공되는 데이터는, 의료진 디바이스 (200) 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.

[0092] 다음으로, 의료진 디바이스 (200) 는 개체에 대한 신부전증 발병에 대한 정보 제공을 요청하고 평가 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하는 전자 장치로서, 스마트폰, 태블릿 PC (Personal Computer), 노트북 및/또는 PC 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0093] 의료진 디바이스 (200) 는 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 로부터 개체에 대한 신부전증 발병에 관한 평가 결과를 수신하고, 수신된 결과를 표시부를 통해 표시할 수 있다. 여기서, 평가 결과는, 분류 모델에 의해 최종 결정된 신부전증의 발병 여부뿐만 아니라, 신부전증 발병 확률, 급성 신부전증 또는 만성 신부전증의 발병 확률, 신장의 길이 등을 포함할 수 있다.

[0094] 다음으로, 도 1b를 참조하여, 본 발명의 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 의 구성 요소에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0095] 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스를 설명하기 위한 개략도이다.

[0096] 도 1b를 참조하면, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 저장부 (110), 통신부 (120) 및 프로세서 (130) 를 포함한다.

[0097] 먼저, 저장부 (110) 는 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 평가를 위한 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 다양한 실시예에서 저장부 (110) 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, 자기 메모리, 자기 디스크, 광 디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장 매체를 포함할 수 있다.

[0098] 통신부 (120) 는 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 가 외부 장치와 통신이 가능하도록 연결한다. 통신부 (120) 는 유/무선 통신을 이용하여 의료진 디바이스 (200), 나아가 의료 영상 촬영용 디바이스 (300) 와 연결되어 다양한 데이터를 송수신할 수 있다. 구체적으로, 통신부 (120) 는 의료 영상 촬영용 디바이스 (300) 로부터 개체의 신장 부위에 대한 의료 영상을 수신할 수 있다. 또한, 통신부 (120) 는 의료진 디바이스 (200) 로 평가 결과를 전달할 수 있다. 더욱이, 통신부 (120) 는 외부의 개체에 대한 전자 의료 기록 (electronic medical record) 데이터를 저장하는 서버와 통신하여, 개체에 대한 당뇨병의 발병 여부, 키, 나이, 성별 등의 데이터를 추가로 수신할 수 있다.

[0099] 프로세서 (130) 는 저장부 (110) 및 통신부 (120) 와 동작 가능하게 연결되며, 개체에 대한 의료 영상을 분석하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.

[0100] 구체적으로, 프로세서 (130) 는 통신부 (120) 를 통해 수신된 의료 영상을 기초하여 신부전증과 연관된 신장에 대한 특징, 예를 들어 신장의 밝기, 길이 등을 결정하고, 의료 영상과 함께 신부전증에 대한 특징, 및 개체에 대한 의료 데이터를 기초로 신부전증의 발병 여부를 평가하도록 구성될 수 있다.

[0101] 이때, 프로세서 (130) 는 의료 영상에 대하여 신장 영역 및/또는 간 영역과 같은 목표 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델에 기초하여 영역을 분할하고, 이들 영역에 기초하여 신부전증과 연관된 특징, 예를 들어 신장의 밝기, 길이 등의 신장에 대한 특징을 결정할 수 있다. 그 다음, 프로세서 (130) 는, 의료 영상, 신장에 대한 특징, 나아가 의료 데이터에 기초하여 신부전증 발병 여부를 평가하도록 학습된 분류 모델을 이용하여, 최종적으로 개체에 대한 신부전증 발병 여부를 결정할 수 있다.

[0102] 특히, 프로세서 (130) 는 추가적으로 수신된 의료 데이터를 더욱 활용함에 따라, 신뢰도 높은 임상 정보를 제공할 수 있다. 이에, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 의료진의 신부전증의 진행에 대한 잘못된 해석을 방지하고, 실제 임상 실무에 있어서 의료진의 워크 플로우를 향상시킬 수 있다.

- [0103] 한편, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 는 하드웨어 적으로 설계된 것에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 의 프로세서 (130) 는 소프트웨어로 구현될 수 있다. 이에, 신부전증에 대한 평가 결과는 상기 소프트웨어가 연결된 의료 영상 촬영용 디바이스 (300) 의 표시부 (미도시) 를 통해 표시될 수도 있다.
- [0104] 한편, 도 1c를 함께 참조하면, 의료진 디바이스 (200) 는 통신부 (210), 표시부 (220), 저장부 (230) 및 프로세서 (240) 를 포함한다.
- [0105] 통신부 (210) 는 의료진 디바이스 (200) 가 외부 장치와 통신이 가능하도록 연결한다. 통신부 (210) 는 유/무선 통신을 이용하여 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 와 연결되어 신부전증의 진단과 연관된 다양한 데이터를 송신할 수 있다. 구체적으로, 통신부 (210) 는 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 로부터 개체의 신부전증의 진단과 연관된 평가 결과, 예를 들어 신부전증의 발병 여부, 만성 신부전증 또는 급성 신부전증의 발병 여부, 신장의 길이 등 질환 분류 과정에서 결정되는 임상 정보를 수신할 수 있다. 상기 정보들은 의료 영상에 대하여 표시되어 제공될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0106] 표시부 (220) 는 개체의 신부전증의 진단과 연관된 평가 결과를 나타내기 위한 다양한 인터페이스 화면을 표시할 수 있다.
- [0107] 다양한 실시예에서 표시부 (220) 는 터치스크린을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 전자 펜 또는 사용자의 신체의 일부를 이용한 터치 (touch), 제스처 (gesture), 근접, 드래그 (drag), 스와이프 (swipe) 또는 호버링 (hovering) 입력 등을 수신할 수 있다.
- [0108] 저장부 (230) 는 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하기 위해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 다양한 실시예에서 저장부 (230) 는 플래시 메모리 타입 (flash memory type), 하드디스크 타입 (hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입 (multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리 (예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램 (Random Access Memory, RAM), SRAM (Static Random Access Memory), 롬 (Read-Only Memory, ROM), EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM (Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0109] 프로세서 (240) 는 통신부 (210), 표시부 (220) 및 저장부 (230) 와 동작 가능하게 연결되며, 결과 데이터를 나타내기 위한 사용자 인터페이스를 제공하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0110] 이하에서는, 도 2, 도 3a 내지 도 3c를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법을 구체적으로 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법의 절차를 도시한 것이다. 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법에 따라 신부전증 여부를 결정하는 절차를 예시적으로 도시한 것이다. 도 3b 및 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법에서, 신장에 대한 특징을 추출하는 단계를 예시적으로 도시한 것이다.
- [0111] 먼저, 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공의 절차는 다음과 같다. 먼저, 개체의 신장을 포함하는 의료 영상이 수신된다 (S210). 그 다음, 영역 예측 모델에 의해 의료 영상 내에서 신장 영역이 결정된다 (S220). 다음으로, 신장 영역을 기반으로 신장에 대한 특징이 결정되고 (S230), 의료 영상, 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부가 평가된다 (S240). 마지막으로, 평가 결과가 제공된다 (S250).
- [0112] 보다 구체적으로, 의료 영상이 수신되는 단계 (S210) 에서 신장 및/또는 간을 포함하는 의료 영상이 수신될 수 있다. 이때, 의료 영상은 초음파 의료 영상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0113] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 의료 영상이 수신되는 단계 (S210) 에서 복수 개의 의료 영상이 수신될 수 있다. 예를 들어, 의료 영상 촬영 디바이스가 구동되어 실시간으로 촬영된 의료 영상이 획득될 수 있음에 따라, 의료 영상이 수신되는 단계 (S210) 에서 복수 개의 의료 영상이 획득될 수 있다.
- [0114] 다음으로, 신장 영역이 결정되는 단계 (S220) 에서, 신장 영역을 예측 하도록 구성된 영역 예측 모델이 이용될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 특징에 따르면, 신장 영역이 결정되는 단계 (S220) 에서, 영역 예측 모델에 의해 신장 영역의 예측뿐만 아니라, 간 영역의 예측이 진행될 수 있다.

- [0116] 예를 들어, 도 3a를 참조하면, 신장 영역이 결정되는 단계 (S220) 에서, 의료 영상이 수신되는 단계 (S210) 에 의해 수신된 초음파 의료 영상 (312) 이 영역 예측 모델 (320) 에 입력된다. 그 결과, 의료 영상 (310) 내에서 신장 영역 (322) 과 함께, 간 영역 (324) 이 분할되어 출력되고, 목표 영역의 분할이 진행된 의료 영상이 획득될 수 있다.
- [0117] 보다 구체적으로, 영역 예측 모델 (312) 은, 사전 훈련된 ImageNet ResNext101, 특징 추출을 위한 ROIAlign 및 FPN (Feature Pyramid Networks) 으로 이루어질 수 있다.
- [0118] 이러한 구조적 특징에 의해, 초음파 의료 영상 (312) 이 입력되면, FPN를 통해 각 레이어에서 추출된 특징들이 재조합되고, 재조합된 특징들은 ROIAlign을 거쳐 서로 다른 스케일에서 다른 비율로 리샘플링되고, 최종적으로 Mask R-CNN의 헤드에 입력되어 신장 영역 (322) 및 간 영역 (324) 의 목표 영역의 검출, 분류 및 분할이 진행될 수 있다.
- [0119] 그러나, 신장 영역이 결정되는 단계 (S220) 에서, 신장 영역 및/또는 간 영역의 분할 절차는 전술한 것에 제한되지 않고 보다 다양한 방법에 의해 수행될 수 있다.
- [0120] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 신장 영역이 결정되는 단계 (S220) 이후에, 신장 영역을 복수의 영역으로 분할하고, 복수의 영역 중 선택된 특정 영역을 신장 유조직 영역으로 결정하는 단계가 더욱 수행될 수 있다.
- [0121] 예를 들어, 도 3b를 함께 참조하면, 영역 예측 모델 (320) 에 의해 분할된 신장 영역 (322) 은 3x4 격자 셀들로 재분할 되고, 최상단에서 중앙에 있는 셀에 포함된 신장 영역이 신장 유조직 영역으로 결정될 수 있다.
- [0122] 이때, 결정된 신장 유조직 영역은 후술할 신장에 대한 특징 결정 단계에서 이용될 수 있다.
- [0124] *다시, 도 2를 참조하면, 신장에 대한 특징이 결정되는 단계 (S230) 에서, 분할된 신장 영역에 기초하여 신부전증과 연관된 임상적 특징일 수 있는, 신장에 대한 특징이 결정될 수 있다.
- [0125] 본 발명의 특징에 따르면, 신장에 대한 특징이 결정되는 단계 (S230) 에서, 신장에 대한 특징 추출을 위해, 영역 예측 모델에 의해 결정된 간 영역으로부터 추출된 특징이 이용될 수 있다.
- [0126] 예를 들어, 도 3a를 다시 참조하면, 신장에 대한 특징이 결정되는 단계 (S230) 에서, 신장 영역 (322) 에 기초하여 신장의 길이 (332) 및 신장 영역 (322) 에 대한 밝기가 결정될 수 있다.
- [0127] 보다 구체적으로, 도 3b를 함께 참조하면, 신장에 대한 특징이 결정되는 단계 (S230) 에서, 신장 유조직으로 결정된 영역에 대한 픽셀값이 취해지고, 동시에 간 영역 (324) 의 평균 픽셀값에 대응하는 간의 밝기가 결정되어, 간의 밝기에 기초하여 신장의 밝기가 표준화됨으로써 최종적으로 신장의 밝기가 결정될 수 있다. 이러한 산출 방식에 따라, 초음파 의료 영상 촬영 디바이스간 밝기 차이에 따른 오차를 줄일 수 있다.
- [0128] 도 3c를 더욱 참조하면, 신장에 대한 특징이 결정되는 단계 (S230) 에서, 신장 영역 (322) 에 대한 장축이 결정되고, 장축의 길이를 측정함으로써 신장의 길이 (332) 가 획득될 수 있다.
- [0129] 신장에 대한 특징이 결정되는 단계 (S230) 의 결과로, 신장의 길이, 신장의 밝기와 같은 측정 가능한 특징들이 결정될 수 있다.
- [0130] 다음으로, 다시 도 2를 참조하면, 신부전증의 발병 여부가 평가되는 단계 (S240) 에서 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체가 신부전증 또는 정상인지에 대한 평가가 수행된다.
- [0131] 본 발명의 특징에 따르면, 신부전증의 발병 여부가 평가되는 단계 (S240) 에서, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 신부전증 발병 여부를 결정하도록 학습된, 질환 분류 모델에 의해 개체에 대한 신부전증 발병 여부가 결정될 수 있다.
- [0132] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 당뇨병의 발병 여부, 키, 몸무게, 나이 및 성별 중 적어도 하나의 의료 데이터가 수신되는 단계가 더 수행될 수 있고, 신부전증의 발병 여부가 평가되는 단계 (S240) 에서, 질환 분류 모델에 의해, 의료 데이터, 의료 영상 및 신장에 대한 특징에 기초하여 개체에 대한 신부전증의 발병 여부가 결정될 수 있다.
- [0133] 예를 들어, 다시 도 3a를 참조하면, 신부전증의 발병 여부가 평가되는 단계 (S240) 에서, 질환 분류 모델 (340) 에 신장 영역을 포함하는 목표 영역이 크로핑된 의료 영상 (미도시) 이 입력될 수 있다. 그 다음, 이에 대한 특

징을 추출하는 컨볼루션 레이어로 이루어진 특징 추출부 (342) 를 통해 특징이 추출될 수 있다. 그 다음, 추출된 특징은, 글로벌 평균 풀링 (global average pooling) 후, 정상 또는 신부전증의 분류를 위한 출력 레이어인 FC (fully connected) 레이어 (344) 로 이어질 수 있다.

[0134] 특히, 질환 분류 모델의 마지막 레이어인 FC 레이어 (344) 는, 크로핑된 의료 영상으로부터 추출된 특징과 함께, 개체에 대한 의료 데이터 (412) 및 신장의 길이 및 신장의 밝기와 같은 신장에 대한 특징을 입력 받을 수 있다. 그 다음, 접합 (concatenation) 하여 최종적으로 신부전증의 발병 여부, 만성 신부전증 또는 급성 신부전증인지에 대한 최종 평가 결과 (352) 를 출력할 수 있다.

[0135] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 의료 데이터 (412) 및 신장의 길이 및 신장의 밝기와 같은 신장에 대한 특징은 프리-프로세싱 (pre-processing) 을 통해 FC 레이어 (344) 로 입력될 수도 있다.

[0136] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 의료 데이터 (412) 는 적어도 당뇨병의 발병 여부를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0137] 신부전증의 발병 여부가 평가되는 단계 (S240) 에 의해 결정된, 평가 결과는, 다음의 평가 결과가 제공되는 단계 (S250) 를 통해, 의료진 디바이스로 송신되거나 신부전증 진단에 대한 정보 제공용 디바이스 (100) 의 표시부 (미도시) 를 통해 출력될 수 있다.

[0138] 예를 들어, 도 3a를 다시 참조하면, 평가 결과가 제공되는 단계 (S250) 에서, 최종 평가 결과 (352) 와 함께, 신장의 길이 (332) 또는 신장의 밝기 등의 신장에 대한 특징이 제공될 수 있다. 이때, 이들 특징은 의료 영상 (312) 내에 표시되어 제공될 수도 있다.

[0140] *이상의 다양한 실시예에 따른 발명의 본 발명의 따른 신부전증의 진단에 대한 정보 제공 방법에 따라, 인공지능 기반의 판독 결과의 지원이 가능한 신부전증의 진단 시스템을 제공함에 따라, 일관성 및 신뢰성 높은 판독 결과를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명은, 타 검사를 위한 비용 절감 및 예후 예측에 기여할 수 있고, 특히 일차 의료기관에서 신장 질환에 대한 조기 진단 및 신속한 임상적 조치를 수행하는 것에 기여할 수 있다.

[0141] **평가: 본 발명의 다양한 실시예에 적용되는 영역 예측 모델의 평가**

[0142] 도 4a 내지 4c는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 영역 예측 모델의 영역 분할에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

[0143] 도 4a의 (a) 및 (b), 도 4b의 (a) 및 (b), 도 4c의 (a) 및 (b), 를 참조하면, 영역 예측 모델에 의해 초음파 의료 영상 내에서 확률적으로 예측된 신장 영역 및 간 영역이 도시된다.

[0144] 이때, 신장 영역에 대한 확률 및 간 영역에 대한 확률은 0.83 내지 1로, 영역 예측 모델은 영역 예측의 민감도가 매우 높은 것으로 나타난다.

[0145] 이에, 영역 예측 모델에 의해 출력된 신장 영역 및/또는 간 영역의 분할 결과는, 신부전증의 진단과 연관된 임상적 특징, 예를 들어 신장의 길이, 및 밝기와 같은 특징을 추출하는 절차에 이용될 수 있다.

[0146] 즉, 영역 예측 모델에 의해 의료 영상 내에서 결정된 목표 영역에 기초하여 임상적 특징이 결정될 수 있음에 따라, 본 발명의 신부전증 진단 시스템에 의한 신부전증 진단의 정보는 높은 신뢰도를 가질 수 있다.

[0147] 도 5는 본 발명의 다양한 실시예에 이용되는 질환 분류 모델에 대한 평가 결과를 도시한 것이다.

[0148] 도 5를 참조하면, 질환 분류 모델에 대하여, 개체에 대한 의료 데이터 없이 초음파 의료 영상에 기초하여 만성 신부전증의 발병 여부를 예측한 평가 (없음), 초음파 의료 영상 및 신장의 밝기, 신장의 길이와 같은 신장에 대한 특징 데이터에 기초하여 만성 신부전증의 발병 여부를 예측한 평가 (기본), 초음파 의료 영상, 신장에 대한 특징 데이터 및 당뇨 발병 여부에 기초하여 만성 신부전증의 발병 여부를 예측한 평가 (기본 + 당뇨) 들에 대한 결과가 도시된다.

[0149] 보다 구체적으로, 신부전증 발병 예측에 있어서, 초음파 의료 영상과 함께 신장에 대한 특징 데이터를 이용했을 때 정확도가 81.243, 민감도가 86.173, AUC 값이 88.485로, 초음파 의료 영상을 단독으로 이용했을 때의 정확도 (74.371), 민감도 (78.170) 및 AUC 값 (80.608) 보다 현저하게 높은 것으로 나타난다.

[0150] 특히, 개체에 대한 당뇨 발병 여부를 만성 신부전증 발병의 예측에 더욱 고려했을 때, 정확도는 85.857, 민감도는 89.440 및 AUC 값은 91.283으로, 초음파 의료 영상 및 신장에 대한 특징 데이터를 이용했을 때보다 질환 예

측 모델의 진단 성능이 우수한 것으로 나타난다.

- [0151] 이러한 결과는, 본 발명의 다양한 실시예에서 이용되며, 의료 영상뿐만 아니라, 신장에 대한 특징 데이터, 나아가 당뇨의 발병 여부, 개체의 키, 몸무게, 나이 및 성별의 의료 데이터를 더욱 고려하여 신부전증의 발병 여부를 분류하도록 학습된 질환 분류 모델이 우수한 진단 성능을 갖고 있음을 의미할 수 있다.
- [0152] 따라서, 본 발명은 질환 분류 모델에 기초하여 신부전증의 발병 여부를 결정하도록 구성된, 신부전증의 진단 시스템을 제공함으로써, 정확도 높은 신부전증에 대한 평가 결과를 제공할 수 있다.
- [0153] 보다 구체적으로, 본 발명은, 신장 영역을 분할하도록 학습된 영역 예측 모델과, 이로부터 추출된 신장에 대한 특징 및 개체의 나이, 키, 당뇨병 발병 여부 등의 임상 정보를 기초로 신부전증의 발병 여부를 분류하도록 구성된 질환 분류 모델이 적용된 신부전증의 진단 시스템을 제공하여 신부전증의 진단과 연관된 판독 결과를 제공할 수 있다.
- [0154] 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.

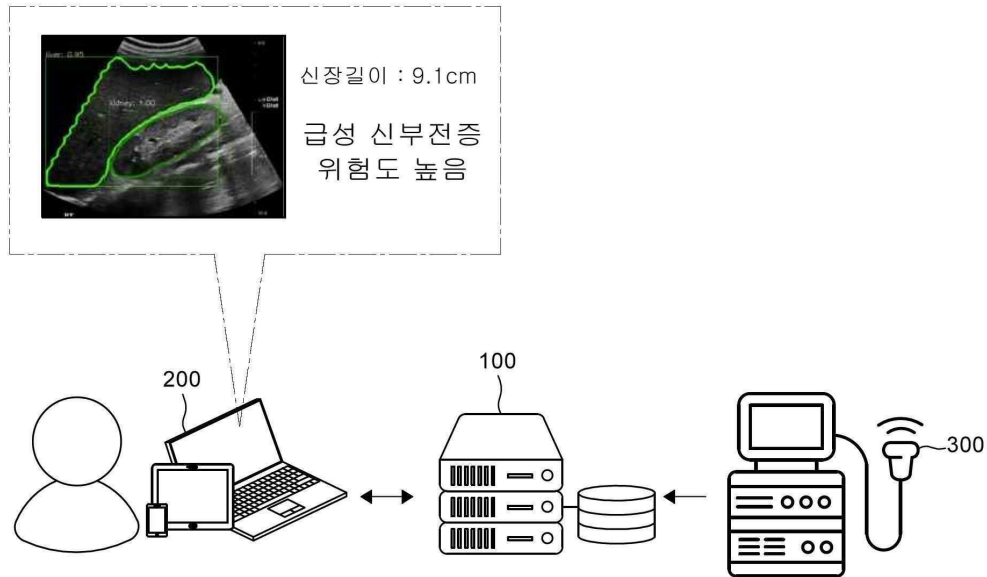
부호의 설명

- [0155] 100: 신부전증의 진단에 대한 정보 제공용 디바이스
- 110, 230: 저장부
- 120, 210: 통신부
- 130, 240: 프로세서
- 200: 의료진 디바이스
- 220: 표시부
- 300: 의료 영상 촬영용 디바이스
- 312: 의료 영상
- 320: 영역 예측 모델
- 322: 신장 영역
- 324: 간 영역
- 332: 신장의 길이
- 340: 질환 분류 모델
- 342: 특징 추출부
- 344: FC 레이어
- 352: 최종 평가 결과
- 412: 의료 데이터

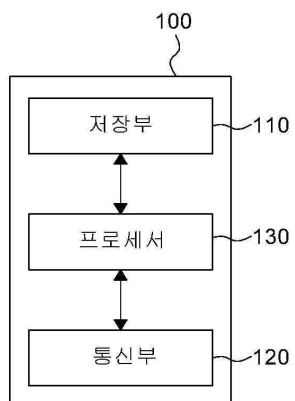
도면

도면1a

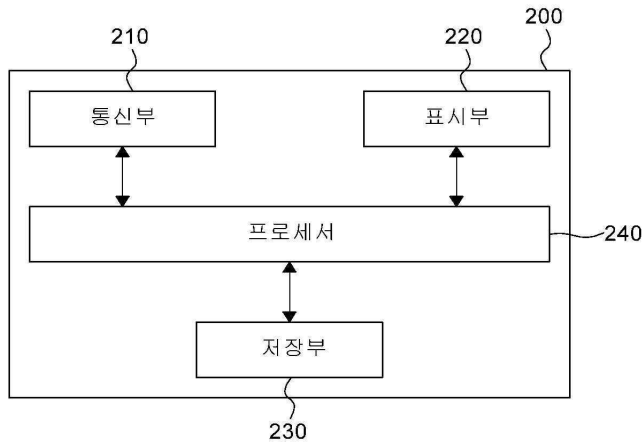
1000



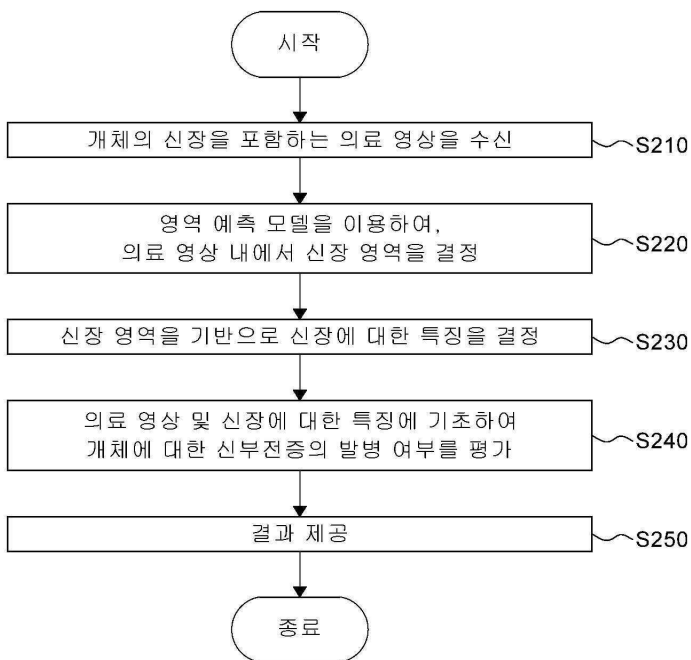
도면1b



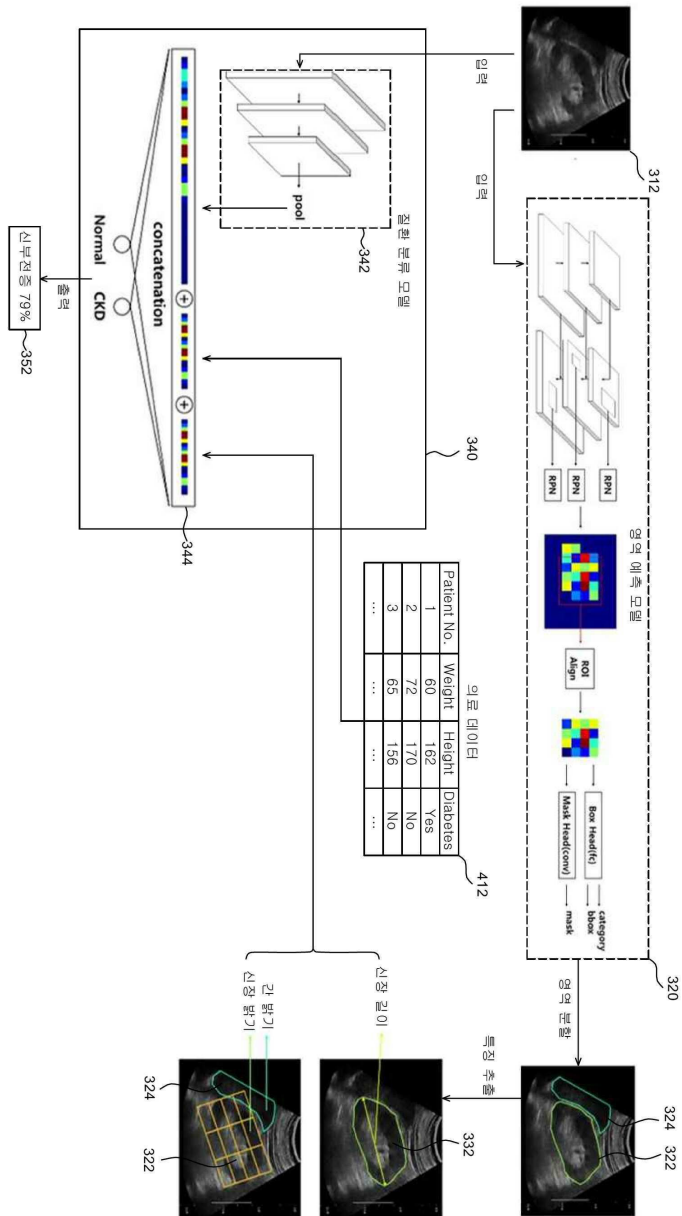
도면1c



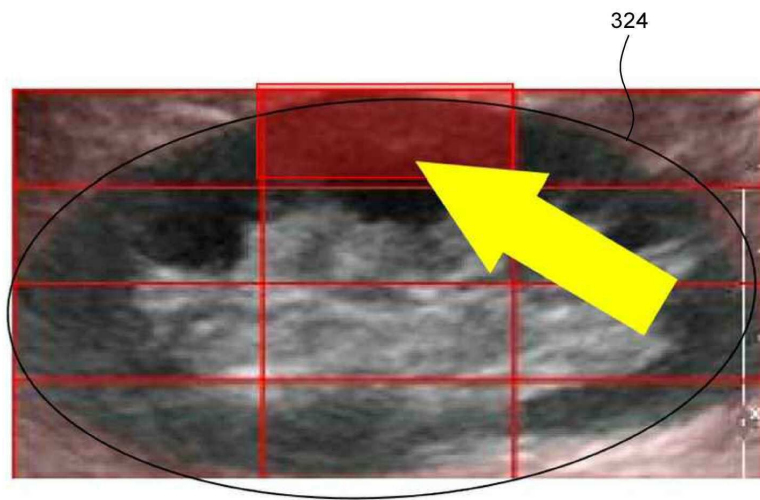
도면2



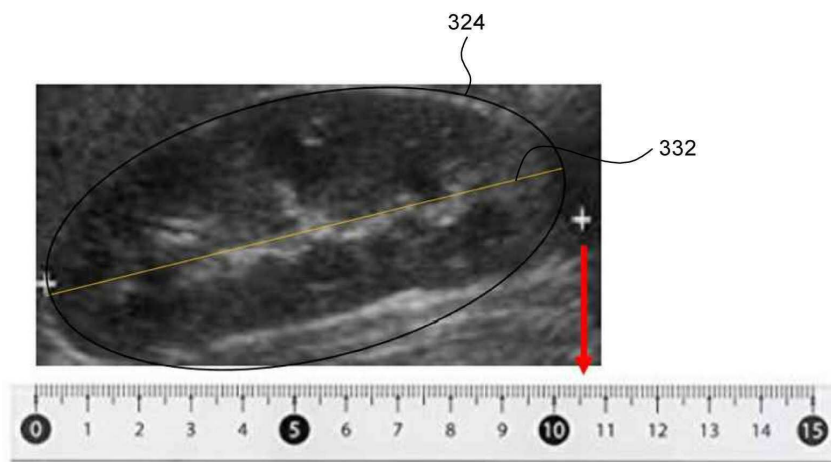
도면3a



도면3b

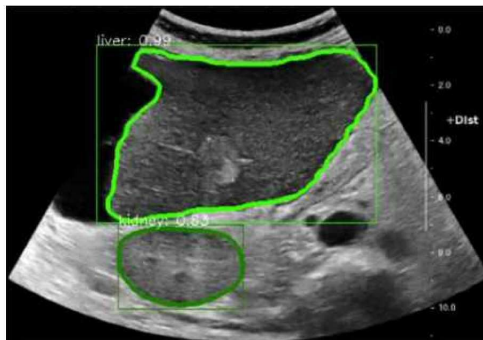


도면3c

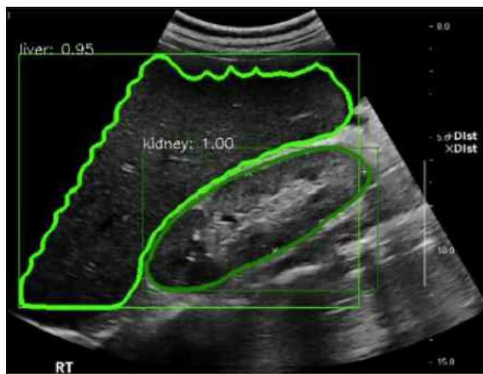


도면4a

(a)

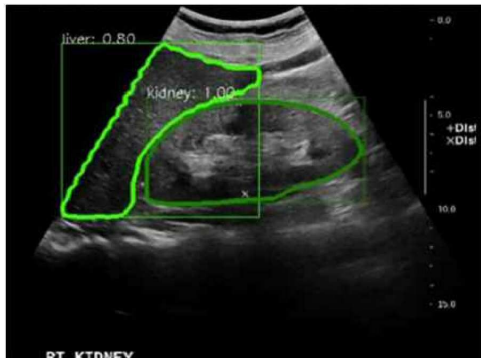


(b)

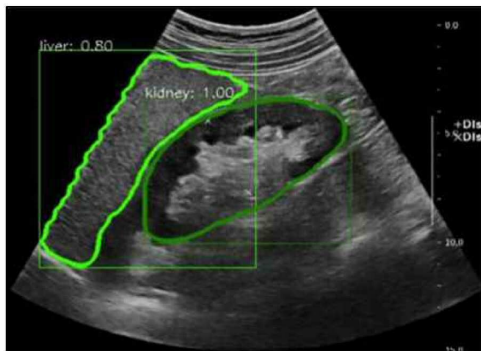


도면4b

(a)

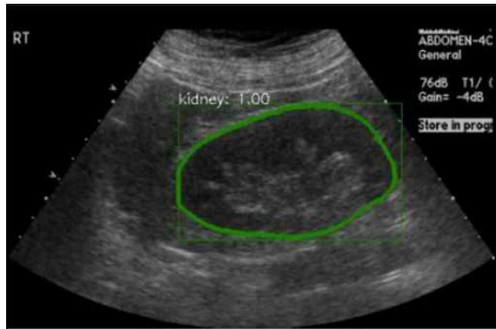


(b)

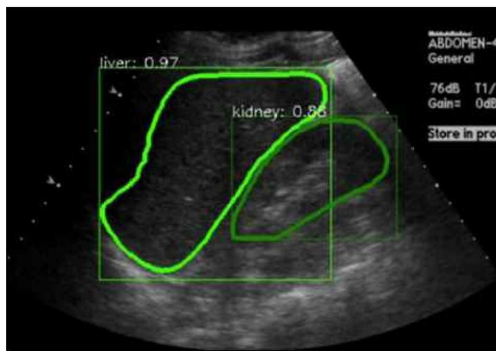


도면4c

(a)



(b)



도면5

정보	민감도	특이도	정밀도	재현율	정확도	AUC
없음	78.170	71.475	67.629	78.170	74.371	80.608
기본	86.173	77.496	74.429	86.173	81.243	88.485
기본 + 당뇨	89.440	82.870	81.314	89.440	85.857	91.283