



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0135942
(43) 공개일자 2022년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 6/00 (2006.01) A61B 6/03 (2006.01)

A61B 6/12 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

A61B 6/5217 (2020.08)

A61B 6/032 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0042302

(22) 출원일자 2021년03월31일

심사청구일자 2021년03월31일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

가톨릭대학교 산학협력단

서울특별시 서초구 반포대로 222, 가톨릭대학교 성의교정내 (반포동)

(72) 발명자

고성제

서울특별시 서초구 방배로 270, 나-304호 (방배동, 삼호아파트)

홍성후

서울특별시 서초구 신반포로 270, 118동 2003호 (반포동, 반포자이아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤귀상

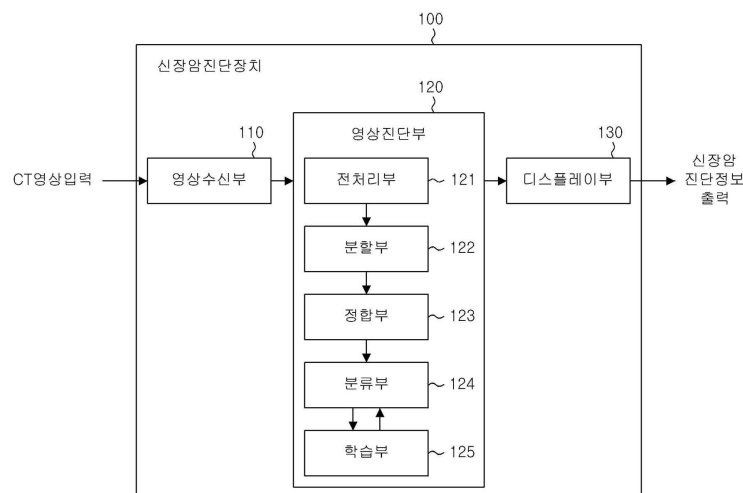
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 신장암 진단 장치

(57) 요약

본 발명은 신장암 진단 장치에 있어서, 환자의 신장 CT 영상을 수신하는 영상수신부; 및 상기 수신된 신장 CT 영상으로부터 신장암 진단정보를 생성하는 영상진단부를 포함하되, 상기 영상진단부는, 상기 신장 CT 영상을 단위 시기에 따라 적어도 하나 이상의 CT 이미지로 구분하고, 상기 구분된 CT 이미지를 복셀 형태의 CT 볼륨으로 변환하는 전처리부; 상기 변환된 CT 볼륨에서 신장 및 종양 영역을 추출하여 세그멘테이션 이미지를 생성하는 분할부; 상기 세그멘테이션 이미지를 상기 단위 시기에 따라 정렬하여 정합 영상을 생성하는 정합부 및 상기 정합 영상을 기초로 신장 종양의 병리학적 아형을 분류한 상기 신장암 진단정보를 생성하는 분류부를 포함하는 신장암 진단 장치를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 6/12 (2020.08)
A61B 6/481 (2013.01)
G06T 7/0012 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G06T 2207/10081 (2013.01)
G06T 2207/30084 (2013.01)
G06T 2207/30096 (2013.01)

(72) 발명자

정승원

서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 113동 160
 3호 (서초동, 서초래미안아파트)

엄광현

서울특별시 종로구 홍지문길 69, 105동 204호 (구
 기동, 청구빌라)

신홍규

서울특별시 광진구 자양로 159, 1동 603호 (구의동, 대영아파트)

유재익

서울특별시 성북구 개운사길 75-6, 406호(안암동5가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991007248
과제번호	202012B05-03
부처명	다부처
과제관리(전문)기관명	(재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발사업(R&D)
연구과제명	(참여2)융합전략적 신장암 진단 및 예후 분석을 위한 엔터프라이즈 데이터 플랫폼
구축 및 인공지능 소프트웨어 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	가톨릭대학교 산학협력단
연구기간	2020.09.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

환자의 신장 CT 영상을 수신하는 영상수신부; 및

상기 수신된 신장 CT 영상으로부터 신장암 진단정보를 생성하는 영상진단부를 포함하되,

상기 영상진단부는,

상기 신장 CT 영상을 단위 시기에 따라 적어도 하나 이상의 CT 이미지로 구분하고, 상기 구분된 CT 이미지를 복셀 형태의 CT 볼륨으로 변환하는 전처리부;

상기 변환된 CT 볼륨에서 신장 및 종양 영역을 추출하여 세그멘테이션 이미지를 생성하는 분할부;

상기 세그멘테이션 이미지를 상기 단위 시기에 따라 정렬하여 정합 영상을 생성하는 정합부 및

상기 정합 영상을 기초로 신장 종양의 병리학적 아형을 분류한 상기 신장암 진단정보를 생성하는 분류부를 포함하는 신장암 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단위 시기는,

조영제 투입 후 시간 경과에 따라 분류되는 비조영기, 동맥기, 문맥기 및 지연기 중 적어도 어느 하나인 신장암 진단 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 세그멘테이션 이미지는 배경, 종양 및 신장 영역을 나타내는 3 채널 형태로 생성되며,

상기 분할부는 상기 세그멘테이션 이미지로부터 종양 유무를 확인하는 신장암 진단 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 정합부는,

상기 단위 시기 중 기준 시기와 비기준 시기를 설정하고,

상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지 상에 상기 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 정렬하는 신장암 진단 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 정합부는 상기 기준 시기를 상기 문맥기로 설정하고,

상기 문맥기의 세그멘테이션 이미지가 존재하지 않는 경우에는 상기 기준 시기를 상기 동맥기로 설정하는 신장암 진단 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 정합부는 상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 기초로 상기 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 3D 아핀 변환시키되,

변환된 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지가 상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지와 다이스 유사 계수가 높 아지도록 상기 3D 아핀 변환의 아핀 파라미터를 반복적으로 갱신하는 신장암 진단 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 분류부는,

상기 정합 영상 중 가장 큰 종양 영역이 있는 종양 영상을 추출하고, 상기 추출된 종양 영상에서 종양 영역이 포함된 영역을 미리 설정된 크기로 잘라 분류 영상을 생성하고,

상기 생성된 분류 영상을 분류 네트워크에 입력시켜 신장 종양의 병리학적 아형을 분류하는 신장암 진단 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 분류부는

상기 단위 시기 중 적어도 3개의 단위 시기를 포함한 3-채널의 분류 영상을 상기 분류 네트워크로 입력시키는 신장암 진단 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 분류부는

상기 3-채널의 분류 영상을 상기 분류 네트워크에 입력한 결과값을 기초로 상기 결과값에 대한 평균값을 산출하 고, 상기 산출된 평균값을 상기 신장 종양의 병리학적 아형 분류를 위한 확률값인 상기 신장암 진단정보로 도출 하는 신장암 진단장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 신장 종양의 병리학적 아형은,

ccRCC, pRCC, chRCC, AML 및 Oncocytoma 중 적어도 어느 하나인 신장암 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 신장암 진단 장치에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 다중 시기 복부 컴퓨터 단층 촬영(CT)에서 신장 종양 영역의 분할 및 신장 종양의 조직학적 아형 분류를 수행할 수 있는 신장암 진단 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로 신장암은 세계에서 가장 흔한 10개 암 중 하나이며, 신장암의 85% 이상은 신세포암(renal cell carcinoma, RCC)이다.
- [0004] 2016 세계 보건 기구(world health organization, WHO) 통계에 따르면 신세포암의 주요 조직학적 아형 3종은 투명세포형 신세포암(clear cell RCC, ccRCC), 유두상 신세포암(papillary RCC, pRCC), 험색소 신세포암(chromophobe RCC, chRCC)으로 전체 신세포암의 90%를 차지하고, 양성 종양의 주요 조직학적 아형 2종은 혈관근 지방종(angiolipoma, AML)과 호산성과립세포종(oncocytoma)이다.
- [0005] 종양의 종류에 따라 환자의 예후가 다르기 때문에, 치료 전략을 결정하는 데 종양 아형을 정확히 예측하는 것이 중요하다.
- [0006] 다중 시기(multi-phase) 복부 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography, CT)은 조직검사 없이 신장 종양을 분석하는 데 많이 이용된다.
- [0007] 그러나 신장 종양의 아형에 따른 차이를 CT 영상에서 나타나는 특징으로 구별하기에 어려운 경우가 많다. 특히, 육안식별 지방이 포함되지 않은 AML 또는 oncocytoma를 악성 종양으로 잘못 분류할 경우 불필요한 수술이 진행될 수 있다.
- [0008] 따라서 의사의 진단을 보조할 수 있는 자동화된 진단 시스템의 개발이 필요하다.
- [0009] 현재, 의사의 의료 영상 분석을 보조할 수 있는 시스템은 크게 두 가지 종류가 있다. 하나는 컴퓨터 보조 검출(computer-aided detection, CAdE)이고 다른 하나는 컴퓨터 보조 진단(computer-aided diagnosis, CAdx)이다.
- [0010] CAdE 시스템은 영상 내 병변 위치를 확인하고, CAdx 시스템은 검출된 병변의 종류를 판별한다. 여러 시기에 복수의 CT 스캔을 획득한 경우, 영상 정합 기술이 CAdE 및 CAdx를 위해 많이 이용된다.
- [0011] 최근 컨볼루션 신경망(convolutional neural network, CNN)을 기반으로 한 딥러닝 기술이 신장 병변을 위한 CAdE 및 CAdx 시스템과 영상 정합 기술에 응용되고 있다. 그러나, 기존 연구들은 CAdE와 CAdx에 대해 개별적으로 진행되고 있고, 신장 종양을 단순히 양성/악성으로만 구별하거나 악성 종양 3종을 분류하는데 그쳤다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2013-0067842호(2013.06.25)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 상기와 같은 문제를 해결하고자, 본 발명은 신장암 진단 장치에 관한 것으로서, 다중 시기 복부 컴퓨터 단층 촬영(CT)에서 신장 종양 영역의 분할 및 신장 종양의 조직학적 아형 분류를 모두 수행할 수 있는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치는, 환자의 신장 CT 영상을 수신하는 영상수신부; 및 상기 수신된 신장 CT 영상으로부터 신장암 진단정보를 생성하는 영상진단부를 포함하되, 상기 영상진단부는, 상기 신장 CT 영상을 단위 시기에 따라 적어도 하나 이상의 CT 이미지로 구분하고, 상기 구분된 CT 이미지를 복셀 형태의 CT 볼륨으로 변환하는 전처리부; 상기 변환된 CT 볼륨에서 신장 및 종양 영역을 추출하여 세그멘테이션 이미지를 생성하는 분할부; 상기 세그멘테이션 이미지를 상기 단위 시기에 따라 정렬하여 정합 영상을 생성하는 정합부 및 상기 정합 영상을 기초로 신장 종양의 병리학적 아형을 분류한 상기 신장암 진단정보를 생성하는 분류부를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 단위 시기는, 조영제 투입 후 시간 경과에 따라 분류되는 비조영기, 동맥기, 문맥기 및 지연기 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 세그멘테이션 이미지는 배경, 종양 및 신장 영역을 나타내는 3 채널 형태로 생성되며, 상기 분할부는 상기 세그멘테이션 이미지로부터 종양 유무를 확인할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 정합부는, 상기 단위 시기 중 기준 시기와 비기준 시기를 설정하고, 상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지 상에 상기 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 정렬할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 정합부는 상기 기준 시기를 상기 문맥기로 설정하고, 상기 문맥기의 세그멘테이션 이미지가 존재하지 않는 경우에는 상기 기준 시기를 상기 동맥기로 설정할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 정합부는 상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 기초로 상기 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 3D 아핀 변환시키되, 변환된 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지가 상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지와 다이스 유사 계수가 높아지도록 상기 3D 아핀 변환의 아핀 파라미터를 반복적으로 갱신할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 분류부는, 상기 정합 영상 중 가장 큰 종양 영역이 있는 종양 영상을 추출하고, 상기 추출된 종양 영상에서 종양 영역이 포함된 영역을 미치 설정된 크기로 잘라 분류 영상을 생성하고, 상기 생성된 분류 영상을 분류 네트워크에 입력시켜 신장 종양의 병리학적 아형을 분류할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 분류부는, 상기 단위 시기 중 적어도 3개의 단위 시기를 포함한 3-채널의 분류 영상을 상기 분류 네트워크에 입력시킬 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 분류부는, 상기 3-채널의 분류 영상을 상기 분류 네트워크에 입력한 결과값을 기초로 상기 결과값에 대한 평균값을 산출하고, 상기 산출된 평균값을 상기 신장 종양의 병리학적 아형 분류를 위한 확률값인 상기 신장암 진단정보로 도출할 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 신장 종양의 병리학적 아형은, ccRCC, pRCC, chRCC, AML 및 Oncocytoma 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 상기와 같은 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치는 다중 시기 복부 컴퓨터 단층 촬영(CT)에서 전문가에 의해 사전 정의된 종양 영역에 대한 정보 없이 신장 종양을 분할하고 조직학적 아형을 분류하여 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 블록도.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 영상진단부의 예시도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 분할부를 통해 수행되는 U-Net 모델에 대한 예시도.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치에 따른 신장 종양의 병리학적 아형 분류 결과와 영상의학과 전문의의 진단 결과를 비교한 그래프.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 분할부 및 정합부의 성능을 도시한 표.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 도면을 참조한 본 발명의 설명은 특정한 실시 형태에 대해 한정되지 않으며, 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있다. 또한, 이하에서 설명하는 내용은 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 이하의 설명에서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용되는 용어로서, 그 자체에 의미가 한정되지 아니하며, 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0032] 본 명세서 전체에 걸쳐 사용되는 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0033] 본 발명에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한, 이하에서 기재되는 "포함하다", "구비하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로 해석되어야 하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0034] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 갖는 의미와 일치하는 의미로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0035] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0036] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부한 도 1 내지 도 5를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0038] 참고로, 이하의 설명에서는 본 발명의 용이한 이해를 위해 신장암을 예시로 설명하지만, 신장암 이외의 다른 질환들에서도 본 발명의 실시예들이 동일한 방식으로 적용될 수 있다.
- [0039] 또한, 신장암 진단 장치는 의료 진단 시스템으로 구성되어 의료 촬영 장치로부터 수신되는 환자의 CT 영상으로부터 신장 종양의 아형 분류를 수행하여 해당 환자를 치료하는 임상이나 의사에게 제공하고, 상기 환자에 대한 정확한 진단을 수행할 수 있도록 구현될 수 있다.
- [0041] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 영상진단부의 예시도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 분할부를 통해 수행되는 U-Net 모델에 대한 예시도이다.
- [0043] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치(100)는 영상수신부(110), 영상진단부(120) 및 디스플레이부(130)를 포함할 수 있다.
- [0044] 영상수신부(110)는 환자의 CT(Computerized Tomography) 영상을 수신한다. 특히, 본 실시예에 따른 영상수신부(110)는 환자의 신장 CT 영상을 수신할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.
- [0045] 여기서, 영상수신부(110)를 통해 수신한 CT 영상은 신장 종양의 아형 분류를 위한 학습에 이용되거나 신장암 진단의 대상이 될 수도 있다.
- [0046] 영상진단부(120)는 영상수신부(110)를 통해 수신한 CT 영상을 처리하여 신장종양의 유무 및 신장 종양의 병리학 적 아형을 분류하도록 구성된다.
- [0047] 이를 위해, 영상진단부(120)는 전처리부(121), 분할부(122), 정합부(123), 분류부(124) 및 학습부(125)를 포함한다.

- [0048] 보다 구체적으로, 전처리부(121)는 영상수신부(110)에서 수신된 신장 CT 영상에 대한 전처리를 수행한다. 구체적으로, 전처리부(121)는 신장 CT 영상을 단위 시기에 따라 적어도 하나 이상의 CT 이미지로 구분하고, 상기 단위 시기 별로 구분된 CT 이미지를 복셀 형태의 CT 볼륨으로 변환한다.
- [0049] 이때, 단위 시기는 도 2 에 도시된 바와 같이, 조영제 투입 후 시간 경과에 따라 분류되는 비조영기, 동맥기, 문맥기 및 지연기 중 어느 하나일 수 있다. 또한, CT 볼륨은 CT 영상을 구성하는 다수개의 2D 이미지가 결합되어 형성된 3D 입체 데이터를 의미한다.
- [0050] 한편, 본 실시예에 따른 전처리부(121)는 CT 볼륨을 리샘플링하여 복셀 크기를 동일하게 처리할 수 있다. 이때, 바람직한 복셀 크기(Voxel size)는 $1.5 \times 1.5 \times 3 \text{ mm}^3$ 일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0051] 분할부(122)는 전처리부(121)로부터의 CT 볼륨을 입력 받아 관독이 필요한 신장 및 종양 영역을 추출하여 세그멘테이션(segmentation) 이미지를 생성할 수 있다.
- [0052] 이를 위해, 분할부(122)는 딥러닝 알고리즘을 적용하여 신장 및 종양 영역을 분할할 수 있으며, 특히, 본 실시예에 따른 분할부(122)는 의약쪽에서 탁월한 효과를 보이는 분할 네트워크 중 하나인 U-Net 모델 또는 U-Net 모델에서 파생된 생성모델을 이용할 수 있다.
- [0053] 도 3은 본 발명의 분할부(122)에서 이용하는 U-Net 모델의 구조를 도시한 도면이다. 도 3 을 참조하면, 본 실시예에 적용되는 U-Net 모델은 신장 및 종양 영역 분할을 위해 분석 경로와 합성 경로를 포함한다.
- [0054] 먼저, 분석 경로는 컨볼루션 레이어, 액티베이션 레이어(ReLU) 및 풀링필터를 포함할 수 있다. 더욱 자세하게는, 분석 경로는 $3 \times 3 \times 3$ 크기를 갖는 2개의 컨볼루션 레이어와 액티베이션 레이어(ReLU)를 쌓고, $2 \times 2 \times 2$ 크기의 풀링 필터를 스트라이드(stride) 2로 적용하여 다음 하위 깊이 레벨로 연결되는 컨볼루션 블록의 연산을 4회 반복하여 수행할 수 있다. 이때, 풀링 필터는 풀링 필터 내 하나의 최대값을 추출하는 맥스 풀링을 사용한다.
- [0055] 합성 경로는 업컨볼루션 레이어, 컨볼루션 레이어 및 액티베이션 레이어(ReLU)를 포함할 수 있다. 더욱 자세하게는, 합성 경로는 $2 \times 2 \times 2$ 크기를 갖는 업컨볼루션 레이어를 스트라이드 2로 적용하여 다음 상위 깊이 레벨로 연결된 다음, $3 \times 3 \times 3$ 크기를 갖는 두개의 컨볼루션 레이어와 액티베이션 레이어(ReLU)를 적용하여 컨볼루션 블록의 연산을 4회 반복하여 수행할 수 있다.
- [0056] 상기와 같은 단계를 통해 분석 경로에서 합성 경로로 이어질 때 동일한 해상도의 레이어로 수행될 수 있으며, 이를 통해 분할부(122)는 고해상도의 세그멘테이션 이미지를 생성할 수 있는 장점이 있다.
- [0057] 이때, 액티베이션 레이어(ReLU)는 입력값이 0보다 작으면 함수값이 0을 나타내고, 0보다 크면 $ax+b$ 와 같은 1차 함수를 갖는 활성화함수를 나타낸다. 여기서 a, b는 최적화해야 하는 파라미터로, 최적화는 손실함수에 대한 파라미터의 그라디언트(gradient)가 줄어드는 방향으로 최적화가 진행된다. 또한, 분할부(122)에서의 최적화 과정은 교차 엔트로피와 다이스(Dice) 손실 함수의 합을 계산한 뒤, 경사하강법(Gradient decent) 알고리즘을 통해 최적화되는 방법을 사용할 수 있다.
- [0058] 이와 같이 분할부(122)는 분석 경로와 합성 경로를 통해 단위 시기에 대한 CT 볼륨으로부터 신장 및 종양 영역을 추출하여 세그멘테이션 이미지를 생성할 수 있다. 한편, 상기 세그멘테이션 이미지는 각각 배경, 종양 및 신장 영역을 나타내는 3-채널 형태로 생성될 수 있다.
- [0059] 따라서, 분할부(122)는 세그멘테이션 이미지를 생성하여 1차적으로 종양 유무를 확인할 수 있게 하며, 만약 종양이 발견된 경우 상기 세그멘테이션 이미지를 정합부(123)로 전달한다.
- [0060] 정합부(123)는 환자의 움직임으로 인해 세그멘테이션 이미지로부터 동일한 특징들을 추출하기 어려운 문제를 해결하기 위한 구성으로서, 단위 시기 별로 세그멘테이션 이미지를 보정한다.
- [0061] 이를 위해, 정합부(123)는 분할부(122)에서 생성된 세그멘테이션 이미지를 단위 시기에 따라 정렬하고, 이를 기초로 정합 영상을 생성한다.
- [0062] 보다 구체적으로, 정합부(123)는 단위 시기 중 기준 시기와 비기준 시기를 설정하고, 상기 기준 시기의 세그멘테이션 이미지 상에 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 정렬한다.
- [0063] 이때, 정합부(123)는 바람직하게는 기준 시기를 문맥기로 설정할 수 있으며, 문맥기의 세그멘테이션 이미지가 존재하지 않는 경우에는 기준시기를 동맥기로 설정할 수 있다.

- [0064] 또한, 정합부(123)는 세그멘테이션 이미지를 정렬할 때, 3D 공간 변형 네트워크를 활용할 수 있다.
- [0065] 상기 3D 공간 변형 네트워크는 3차원 이미지에서 사용되는 12개의 아핀 파라미터를 사용하여 3D 아핀 변환을 수행하는 네트워크이다. 상기와 같은 3D 아핀 변환은 변형(translation), 회전(rotation), 스케일링(scaling) 및 기울임(shearing)을 포함한다. 또한, 상기 아핀 파라미터는 항등 변환(identity transformation)으로 초기값이 설정되며, 반복적인 갱신이 가능하다.
- [0066] 본 실시예에 따른 정합부(123)는 기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 기초로 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지를 3D 아핀 변환시키며, 이때, 정합부(123)는 변환된 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지와 기준 시기의 세그멘테이션 이미지의 다이소 유사 계수가 높아지도록 반복적으로 상기 아핀 파라미터를 갱신할 수 있다.
- [0067] 즉, 정합부(123)는 환자의 움직임 및 조영제로 인해 변형된 CT 영상을 기준 시기의 세그멘테이션 이미지에 맞춰 비기준 시기의 세그멘테이션 이미지의 사이즈를 변경해가거나 회전 각도를 변경해 가며 보정하는 것이다. 이로 인해, 세그멘테이션 이미지 중에서도 종양 영역의 크기, 위치 및 각도가 보정된 정합 영상이 생성될 수 있으며, 더 나아가, 신장 종양의 병리학적 아형 분류 및 신장암 진단이 정확하게 이루어질 수 있다.
- [0068] 정합부(123)는 세그멘테이션 이미지를 정렬하여 정합 영상을 생성하고, 생성된 정합 영상은 분류부(124)로 전달된다.
- [0069] 분류부(124)는 이러한 정합 영상을 분석하여 신장 종양의 병리학적 아형을 분류한 신장암 진단정보를 생성한다.
- [0070] 한편, 본 실시예에 따른 분류부(124)는 ccRCC, pRCC, chRCC, AML 및 Oncocytoma 중 하나의 신장 종양의 병리학적 아형을 분류할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0071] 먼저, 분류부(124)는 정합 영상 중 가장 큰 종양 영역이 있는 종양 영상을 추출하고, 상기 추출된 종양 영상에서 종양 영역이 포함된 영역을 미리 설정된 크기로 잘라 분류 영상을 생성한다.
- [0072] 분류부(124)는 이렇게 생성된 분류 영상을 분류 네트워크에 입력시켜 신장 종양의 병리학적 아형을 분류한다. 이때, 분류 네트워크는 ResNet-101 일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 한편, 본 실시예에 따른 분류 네트워크는 시작 부분에 1X1X1 컨볼루션 레이어를 더 포함할 수 있으며, 신장 종양의 병리학적 아형 분류에 대한 분포를 생성하도록 마지막 완전 연결 계층을 변경한 형태의 네트워크일 수 있다.
- [0073] 먼저, 분류부(124)는 학습부(125)에서 사전학습된 가중치를 분류 네트워크에 적용하며, 상기 생성된 분류 영상을 분류 네트워크에 입력한다. 이때, 분류부(124)는 단위 시기 중 적어도 3개 이상을 포함한 분류영상만을 상기 분류 네트워크에 입력시킬 수 있다. 즉, 분류부(124)는 분류 영상 중 3개 미만의 단위 시기를 갖는 분류 영상은 상기 분류 네트워크에 입력값으로 사용하지 않는다.
- [0074] 또한, 분류부(124)는 3-채널의 분류 영상을 분류 네트워크에 입력시킬 수 있다. 이를 위해, 분류부(124)는 분류 영상이 4개의 단위 시기를 갖는 경우, 단위 시기 중 동맥기, 문맥기 및 지연기 중 하나를 제거한 3-채널의 분류 영상을 얻을 수 있다.
- [0075] 분류부(124)는 분류 네트워크에 3-채널의 분류 영상을 입력한 결과값을 각각 도출하고, 해당 결과값에 대한 평균값을 산출한다. 이와 같이 산출된 평균값은 신장 종양의 병리학적 아형 분류를 위한 확률값으로서, 신장암 진단정보가 된다.
- [0076] 학습부(125)는 복수개의 CT 영상으로부터 신장암 진단을 미리 딥러닝 학습한다. 이러한 학습부(125)는 분류부(124)에서의 분류 네트워크와 동일한 네트워크 구조를 학습시킨다. 보다 구체적으로, 학습부(125)는 미리 저장된 가중치 값으로 먼저 네트워크 구조를 초기화하고 복수개의 CT 영상 이미지를 학습하여 5종의 신장 종양의 병리학적 아형을 분류할 수 있도록 가중치를 학습한다.
- [0077] 디스플레이부(130)는 분류부(124)로부터 신장암 진단정보를 수신하여 이를 출력한다.
- [0078] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치에 따른 신장 종양의 병리학적 아형 분류 결과와 영상의학과 전문의의 진단 결과를 비교한 그래프이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치의 분할부(122) 및 정합부(123)의 성능을 도시한 표이다.
- [0079] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단 장치(100)를 통해 신장 종양의 병리학적 아형 분류 결과와 영상의학과 전문의의 진단 결과를 비교할 수 있다.
- [0080] 여기서, 전문의들은 독립적으로 테스트 케이스의 다중시기에 대한 CT 영상 스캔을 검토하여 진단 결과를 내렸으

며, 5종의 아형 분류에 대해 95% 신뢰구간(CI)으로 AUC(곡선 하면적)를 계산하였다.

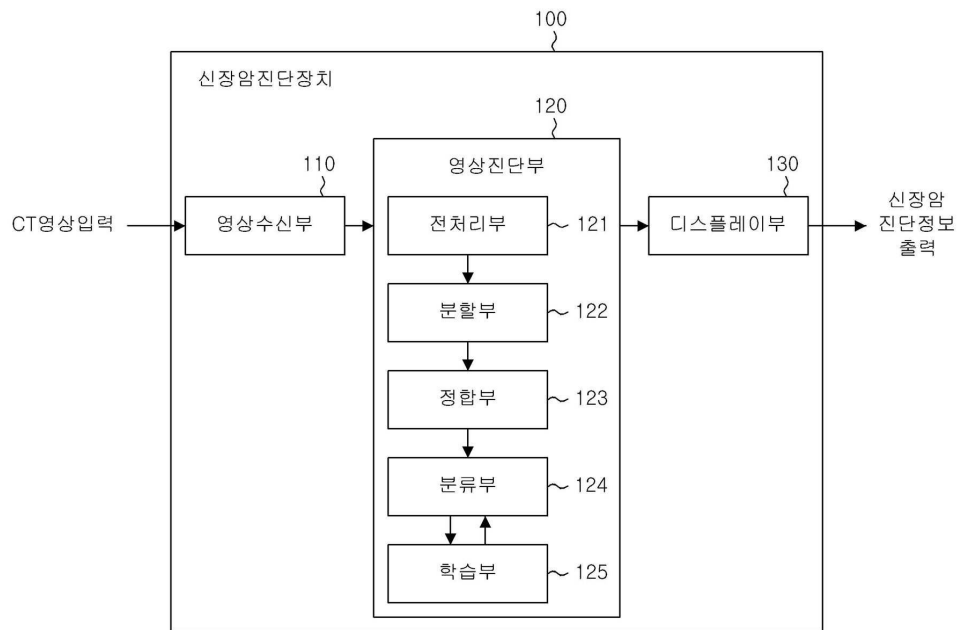
- [0081] 그 결과, 본 발명은 0.889(95% CI, 0.827-0.945)의 AUC를 달성하였고, 동일한 특이도 값을 기준으로 할 때 전문의가 진단한 결과보다 높은 민감도를 달성한 것을 확인할 수 있었다.
- [0082] 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 신장암 진단을 통해 수행한 신장 및 종양 부위에 대한 분할부(122) 및 정합부(123)의 성능을 확인할 수 있다.
- [0083] 먼저, 분할부(122)에 따라 생성된 신장 및 종양 부위의 세그멘테이션 이미지와 전문의가 표시한 종양과의 다이스 유사 계수(DSC)를 측정하였다.
- [0084] 여기서 다이스 유사 계수(DSC)는 유사성을 비교할 수 있는 것으로, 0에서 1의 값을 가지며 0에 가까울수록 유사도가 낮고 1에 가까울수록 유사도가 높은 것으로 판단할 수 있다.
- [0085] 도 5에 도시된 바와 같이, 신장 및 종양의 평균 다이스 유사 계수는 비조영기 시기를 제외하고 모든 시기에서 0.87보다 높은 값을 갖는 것으로 보아, 전체적으로 유사도가 높은 것을 알 수 있다.
- [0086] 다음으로, 정합부(123)를 수행하여 생성된 정합 영상과 기존 방식으로 정합된 영상에 대하여 기준 시기(문맥 기)와 비기준 시기 사이의 다이스 유사 계수를 측정하였다.
- [0087] 그 결과, 기존 방식으로 정합된 영상보다 본 발명의 정합부(123)를 수행하여 생성된 정합 영상이 높은 다이스 유사 계수 값을 보이는 것을 확인할 수 있었다.
- [0089] 한편, 신장암 진단 장치(100)는, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있고 실행될 수 있는 매체로서 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0090] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CO-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0092] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

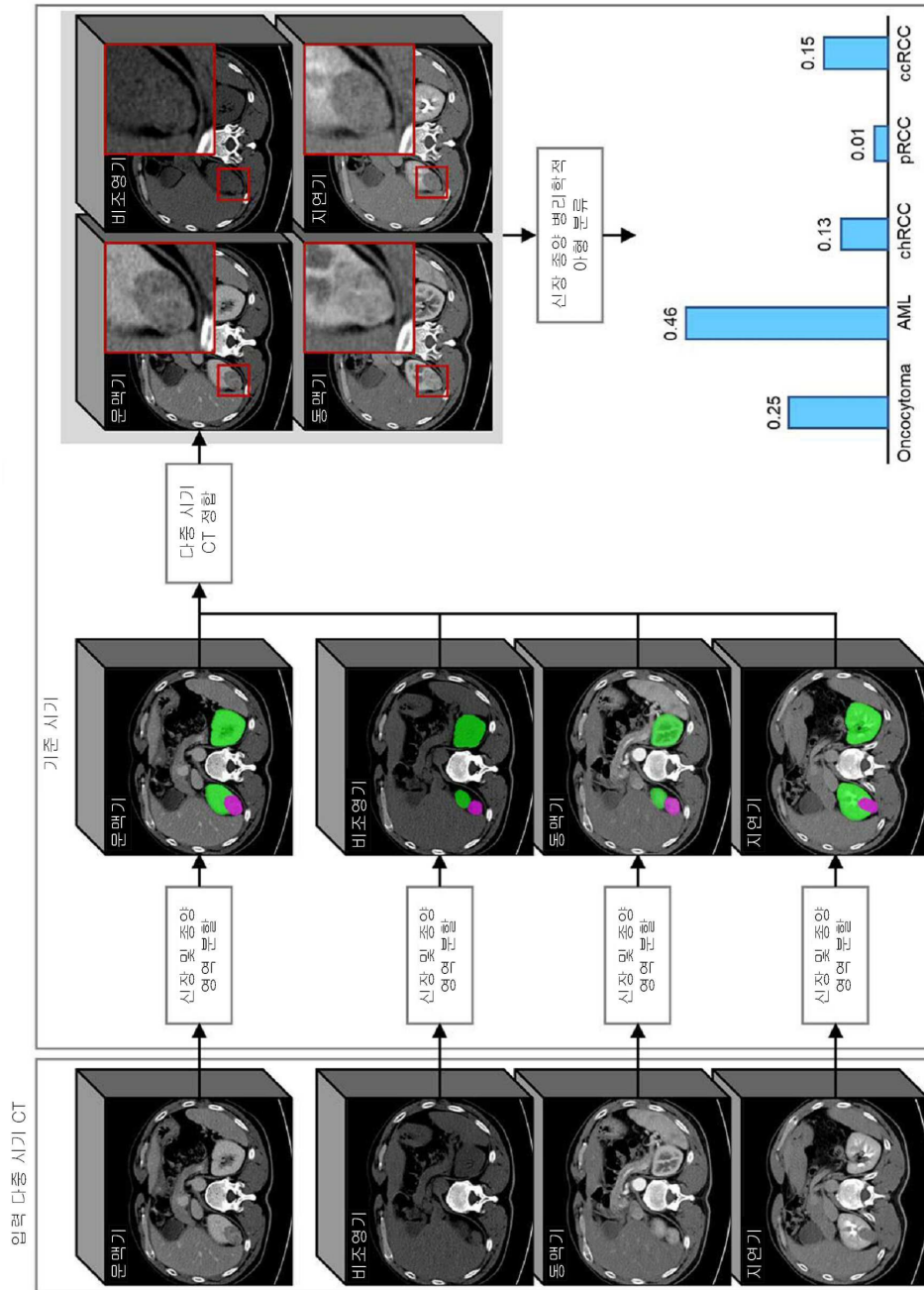
- [0094] 100: 신장암 진단 장치
- 110: 영상수신부
- 120: 영상진단부
- 121: 전처리부
- 122: 분할부
- 123: 정합부
- 124: 분류부
- 125: 학습부
- 130: 디스플레이부

도면

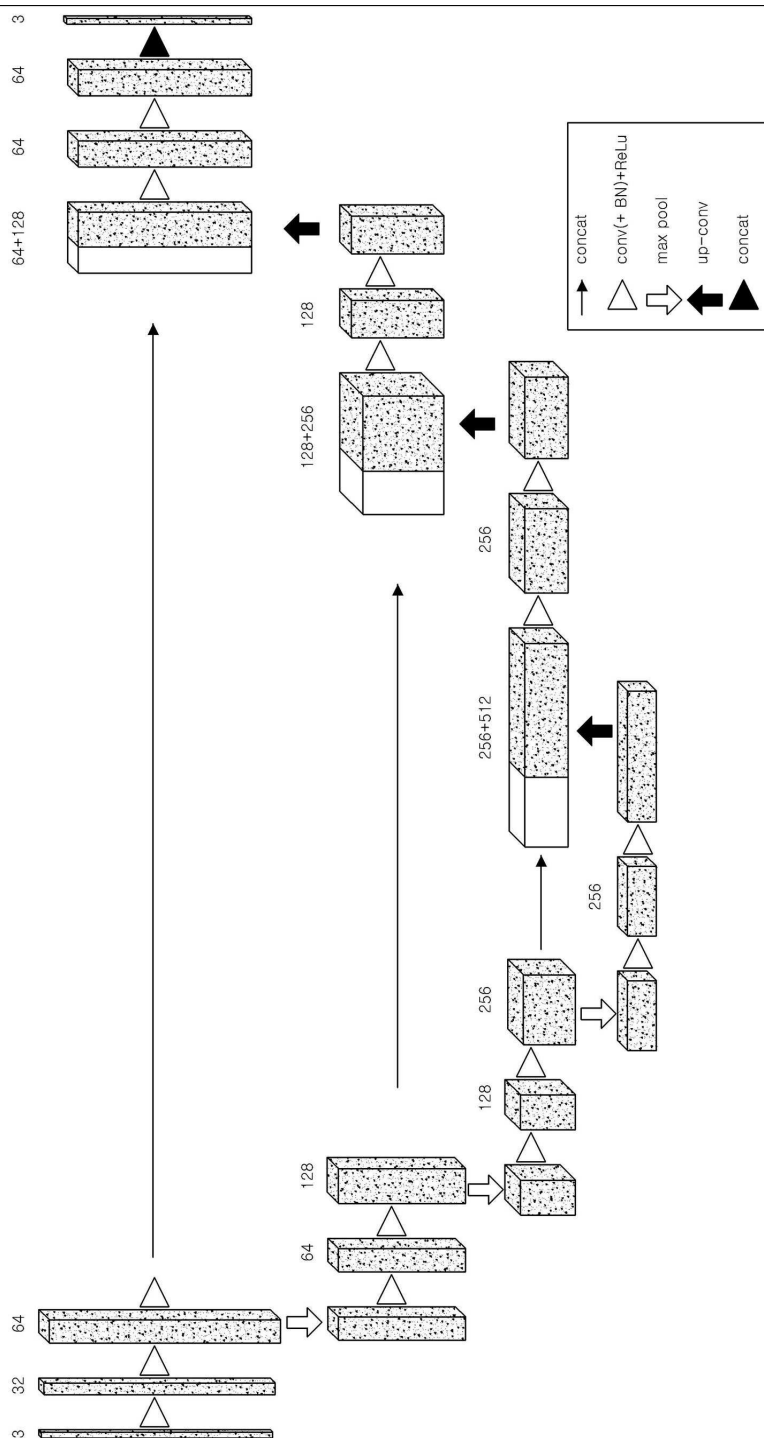
도면1



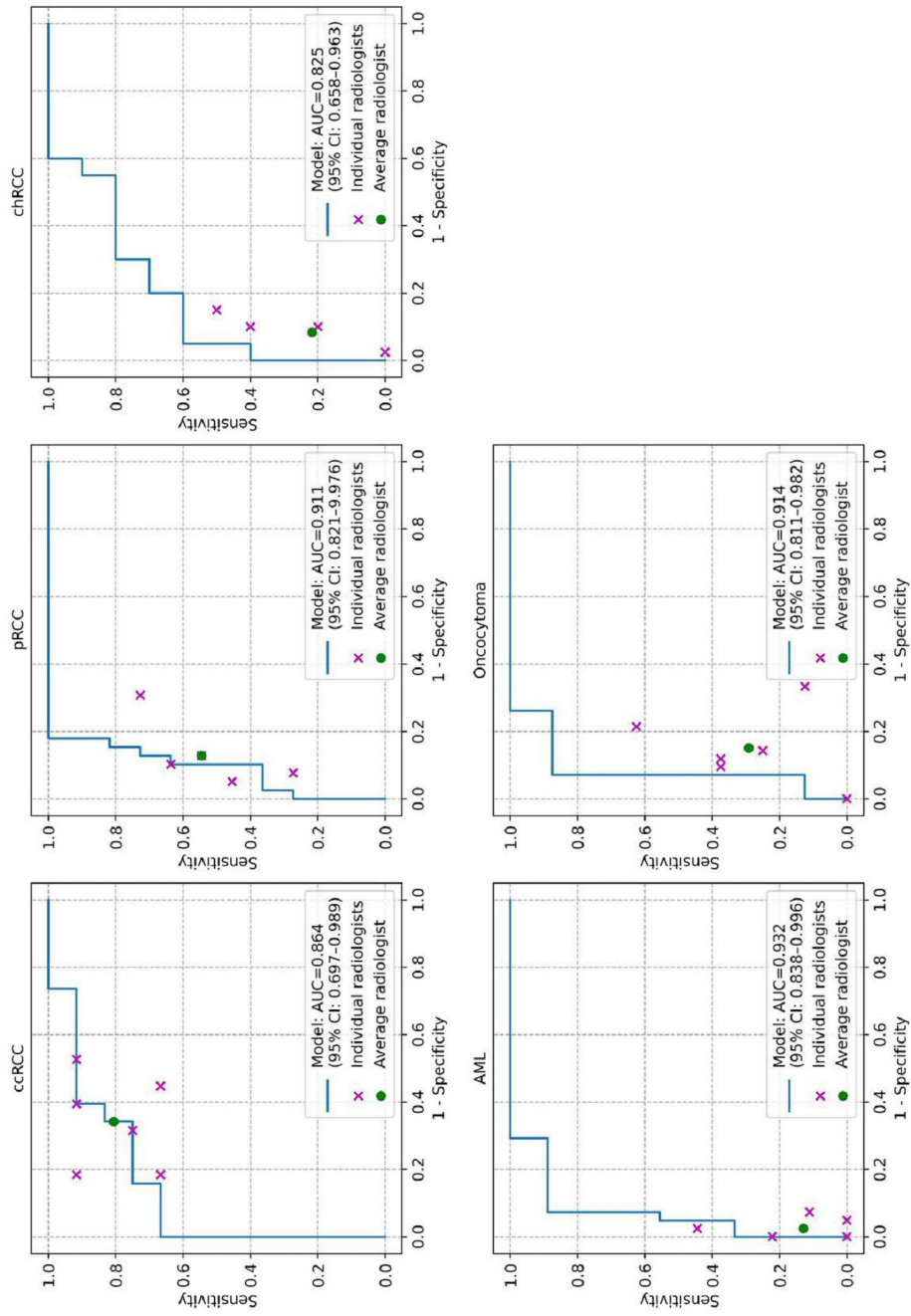
도면2



도면3



도면4



도면5

환자 (명)	전체 데이터셋 308	학습용 데이터셋 258	테스트용 데이터셋 50
나이 (년)			
~40	29 (9.4)	23 (8.9)	6 (12.0)
40~50	73 (23.7)	62 (24.0)	11 (22.0)
50~60	96 (31.2)	80 (31.0)	16 (32.0)
60~70	71 (23.1)	57 (22.1)	14 (28.0)
70~	39 (12.7)	36 (14.0)	3 (6.0)
성별			
여성	167 (54.2)	140 (54.3)	27 (54.0)
남성	141 (45.8)	118 (45.7)	23 (46.0)
병리학적 아형			
ccRCC	66 (21.4)	54 (20.9)	12 (24.0)
pRCC	69 (22.4)	58 (22.5)	11 (22.0)
chRCC	68 (22.1)	58 (22.5)	10 (22.0)
AML	60 (19.5)	51 (19.8)	9 (18.0)
Oncocytoma	45 (14.6)	37 (14.3)	8 (16.0)
CT 시기 수			
~40	183 (59.4)	145 (56.2)	38 (76.0)
40~50	66 (21.4)	54 (20.9)	12 (24.0)
50~60	46 (14.9)	46 (17.8)	-
60~70	13 (4.2)	13 (5.0)	-
종양 직경 (cm)			
1~2	79 (25.6)	66 (25.6)	13 (26.0)
2~3	84 (27.3)	71 (27.5)	13 (26.0)
3~4	56 (18.2)	51 (19.8)	5 (10.0)
4~5	33 (10.7)	27 (10.5)	6 (12.0)
5~6	29 (9.4)	21 (8.1)	8 (16.0)
6~	27 (8.8)	22 (8.5)	5 (10.0)