



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0143220
(43) 공개일자 2022년10월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 30/40 (2018.01) A61B 6/00 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06T 7/10 (2021.01) G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/70 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 30/40 (2018.01)
A61B 6/032 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0049267

(22) 출원일자 2021년04월15일

심사청구일자 2021년04월15일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

재단법인 아산사회복지재단

서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

예종철

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

구자욱

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

양동현

서울특별시 송파구 양재대로 1218 (방이동, 올림
픽션수기자촌아파트) 232-105

(74) 대리인

제일특허법인(유)

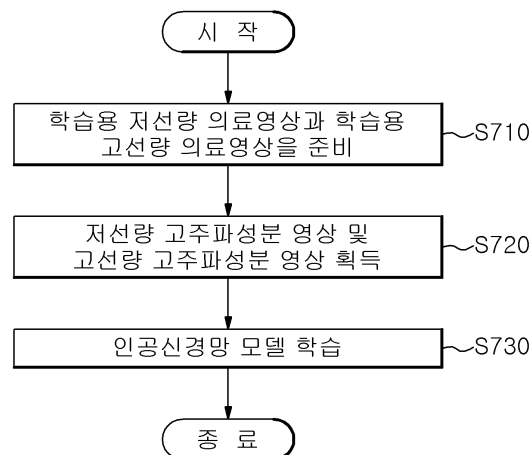
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 의료영상 처리 장치와 그 의료영상 학습 방법 및 의료영상 처리 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 학습 방법은, 방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상으로부터 각각 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 획득하는 단계와, 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 이용하여, 입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공신경망 모델을 학습시키는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류

A61B 6/5258 (2020.08)
G06N 3/0427 (2013.01)
G06N 3/0454 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
G06T 5/001 (2013.01)
G06T 7/10 (2021.01)
G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/70 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415164317
과제번호	10072064
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자시스템산업핵심기술개발(R&D)
연구과제명	폐, 간, 심질환 영상판독지원을 위한 인공지능 원천기술개발 및 PACS 연계 상용화
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서울아산병원
연구기간	2019.08.01 ~ 2020.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 학습 방법으로서,

방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상으로부터 각각 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 획득하는 단계와,

상기 저선량 고주파성분 영상 및 상기 고선량 고주파성분 영상을 이용하여, 입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공지능망 모델을 학습시키는 단계를 포함하는

의료영상 학습 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 획득하는 단계는 웨이브렛 변환(wavelet transform)을 이용하여 상기 저선량 의료영상 및 상기 고선량 의료영상에서 고주파성분을 분리하는

의료영상 학습 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 획득하는 단계는 상기 학습용 저선량 의료영상 및 상기 학습용 고선량 의료영상에 대하여 웨이브렛 변환을 통하여 저주파-저주파, 저주파-고주파, 고주파-저주파 및 고주파-고주파의 4개 대역으로 나눈 후 저주파-저주파 대역에 대해 다시 웨이브렛 변환을 수행하는 영상 처리를 복수 회에 걸쳐서 반복하고, 최종 웨이브렛 변환으로 나뉘어진 저주파-저주파 대역을 제외한 전체 웨이브렛 대역에 대하여 역 웨이브렛 변환을 수행한 결과로서 상기 저선량 고주파성분 영상 및 상기 고선량 고주파성분 영상을 획득하는

의료영상 학습 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 인공지능망 모델은 복수이고,

상기 복수의 인공지능망 모델은 입력 영상에 포함된 잡음성분을 제거하는 가공을 통하여 순방향 가공 의료영상을 생성하는 순방향 인공지능망 생성모델, 입력 영상에 잡음성분을 추가하는 가공을 통하여 역방향 가공 의료영상을 생성하는 역방향 인공지능망 생성모델, 상기 저선량 고주파성분 영상과 상기 역방향 가공 의료영상을 구분하는 저선량 인공지능망 구분모델 및 상기 고선량 고주파성분 영상과 상기 순방향 가공 의료영상을 구분하는 고선량 인공지능망 구분모델을 포함하는

의료영상 학습 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 학습시키는 단계는 사이클갠(CycleGAN)을 이용한 비지도 학습에 의해 수행되는

의료영상 학습 방법.

청구항 6

컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는, 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 7

컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는, 컴퓨터 프로그램.

청구항 8

방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상을 입력 받는 입력부와,

상기 학습용 저선량 의료영상과 상기 학습용 고선량 의료영상으로부터 각각 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 획득하는 처리부와,

입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공신경망 모델이 상기 저선량 고주파성분 영상 및 상기 고선량 고주파성분 영상을 학습하는 인공신경망 모델부를 포함하는

의료영상 처리 장치.

청구항 9

의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 처리 방법으로서,

입력 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고주파성분 영상을 획득하는 단계와,

방사선량의 차이를 갖는 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상이 학습된 인공신경망 모델에 상기 고주파성분 영상을 입력하여 상기 인공신경망 모델의 출력으로서 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득하는 단계와,

상기 입력 의료영상, 상기 고주파성분 영상 및 상기 잡음이 제거된 고주파성분 영상에 대한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 단계를 포함하는

의료영상 처리 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 고주파성분 영상을 획득하는 단계는 웨이브렛 변환(wavelet transform)을 이용하여 상기 입력 의료영상에서 고주파성분을 분리하는

의료영상 처리 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 고주파성분 영상을 획득하는 단계는 상기 입력 의료영상에 대하여 웨이브렛 변환을 통하여 저주파-저주파, 저주파-고주파, 고주파-저주파 및 고주파-고주파의 4개 대역으로 나눈 후 저주파-저주파 대역에 대해 다시 웨이브렛 변환을 수행하는 영상 처리를 복수 회에 걸쳐서 반복하고, 최종 웨이브렛 변환으로 나뉘어진 저주파-저주파 대역을 제외한 전체 웨이브렛 대역에 대하여 역 웨이브렛 변환을 수행한 결과로서 상기 고주파성분 영상을 획득하는

의료영상 처리 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 단계는 상기 입력 의료영상에서 상기 고주파성분 영상을 차감한 결과에 상기 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 가산한 처리의 결과물로서 상기 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 의료영상 처리 방법.

청구항 13

컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록매체로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는, 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 14

컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면,

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함하는, 컴퓨터 프로그램.

청구항 15

의료영상을 입력 받는 입력부와,

방사선량의 차이를 갖는 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상이 학습된 인공신경망 모델이 고주파성분 영상이 입력되면 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 출력하는 인공신경망 모델부와,

상기 의료영상 및 상기 인공신경망 모델부의 출력에 대한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 처리부를 포함하고,

상기 처리부는,

상기 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 획득한 고주파성분 영상을 상기 인공신경망 모델부에 입력하며, 상기 입력 의료영상, 상기 고주파성분 영상 및 상기 잡음이 제거된 고주파성분 영상에 대한 처리의 결과물로서 상기 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는

의료영상 처리 장치.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 방사선 의료영상을 학습하는 방법 및 장치, 그리고 방사선 의료영상을 처리하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 방사선 의료영상은 방사선을 이용하여 대상자의 신체 내부 구조에 대한 정보를 포함하도록 획득한 영상을 일컫는다. 이러한 방사선 의료영상을 획득하기 위해 이용되는 의료영상 장치는 비침습 검사 장치로서, 신체 내의 구조적 세부사항, 내부 조직 및 유체의 흐름 등을 촬영 및 처리하여 사용자에게 보여준다. 의사 등의 사용자는 방사선 의료영상 장치에서 출력되는 의료영상을 이용하여 환자의 건강 상태 및 질병을 진단할 수 있다. 예를 들어, 방사선 의료영상 장치로는 대상체로 엑스(X)선을 조사하고 대상체를 통과한 X선을 감지하여 영상을 이미징하는 X레이(X-ray) 촬영 장치, 컴퓨터 단층 촬영(CT: Computed Tomography) 장치 등이 있다.

[0003] CT 장치는 방사선을 대상자의 몸에 투과시켜 촬영하는데, 사람의 몸에 방사선을 많이 조사하면 건강에

유해하다. 따라서 예컨대 CCTA(Cardiac CT angiography) 등과 같이 심장 CT 영상을 연속적으로 촬영할 때 일부 영상은 방사선을 적게 사용하여 촬영하는 방식이 흔히 사용된다. 이러한 저선량 의료영상에서는 낮은 신호 대 잡음 비율로 인해 복원 영상에서 잡음이 많이 발생하는 단점이 있고, 촬영 시 사용하는 방사선량이 낮아질수록 영상 내 잡음이 더 많이 발생한다.

[0004] 이러한 저선량 의료영상은 진단에 사용하기가 어려우므로 저선량 의료영상의 품질을 개선할 수 있는 기술에 대한 연구 개발이 이루어지고 있다.

[0005] 저선량 의료영상의 품질 개선을 위한 종래 기술로서, 모델 기반 반복 재구성 방식은 전방 및 후방 투영을 반복적으로 수행하기 때문에 계산이 복잡한 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 미국등록특허 10,475,214 (2019.11.12. 등록)

(특허문헌 0002) (비특허문헌 1) Beister, M., Kolditz, D., Kalender, W.A., 2012. Iterative reconstruction methods in x-ray ct. Physica medica 28, 94-108

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 실시예에 따르면, 방사선 의료영상으로부터 고주파성분 영상을 분리하여 인공신경망 모델을 학습시킴으로써 학습된 인공신경망 모델이 저선량의 방사선 의료영상으로부터 높은 영상 품질의 의료영상을 획득할 수 있도록 한 의료영상 학습 방법 및 이러한 학습 방법을 수행하는 의료영상 처리 장치를 제공한다.

[0008] 또한, 기 학습된 인공신경망 모델에 의료영상으로부터 분리된 고주파성분 영상을 입력하여 인공신경망 모델의 출력에 대한 영상 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 의료영상 처리 방법 및 이러한 처리 방법을 수행하는 의료영상 처리 장치를 제공한다.

[0009] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 제 1 관점에 따른 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 학습 방법은, 방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상으로부터 각각 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 획득하는 단계와, 상기 저선량 고주파성분 영상 및 상기 고선량 고주파성분 영상을 이용하여, 입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공신경망 모델을 학습시키는 단계를 포함한다.

[0011] 제 2 관점에 따라 컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록매체의 상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 상기 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 학습 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함한다.

[0012] 제 3 관점에 따라 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 상기 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 학습 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함한다.

[0013] 제 4 관점에 따른 의료영상 처리 장치는, 방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상을 입력 받는 입력부와, 상기 학습용 저선량 의료영상과 상기 학습용 고선량 의료영상으로부터 각각 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 획득하는 처리부와, 입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공신경망 모델이 상기 저선량 고주파성분 영상 및 상기 고선량 고주파성분 영상을 학습하는 인공신경망 모델부를 포함한다.

[0014] 제 5 관점에 따라 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 처리 방법은, 입력 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고주파성분 영상을 획득하는 단계와, 방사선량의 차이를 갖는 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상이 학습된 인공신경망 모델에 상기 고주파성분 영상을 입력하여 상기 인공신경망 모델의 출력으로서 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득하는 단계와, 상기 입력 의료영상, 상기 고주파성분 영상 및 상기 잡음이 제거된 고주파성분 영상에 대한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 단계를 포함한다.

[0015] 제 6 관점에 따라 컴퓨터 프로그램을 저장하고 있는 컴퓨터 판독 가능 기록매체의 상기 컴퓨터 프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 상기 의료영상 처리 장치의 의료영상 처리 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함한다.

[0016] 제 7 관점에 따라 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램은, 프로세서에 의해 실행되면, 상기 의료영상 처리 장치의 의료영상 처리 방법을 상기 프로세서가 수행하도록 하기 위한 명령어를 포함한다.

[0017] 제 8 관점에 따른 의료영상 처리 장치는, 의료영상을 입력 받는 입력부와, 방사선량의 차이를 갖는 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상이 학습된 인공신경망 모델을 포함하는 인공신경망 모델부와, 상기 의료영상 및 상기 인공신경망 모델부의 출력에 대한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 처리부를 포함하고, 상기 처리부는, 상기 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 획득한 고주파성분 영상을 상기 인공신경망 모델부에 입력하며, 상기 입력 의료영상, 상기 고주파성분 영상 및 상기 잡음이 제거된 고주파성분 영상에 대한 처리의 결과물로서 상기 잡음이 제거된 의료영상을 획득한다.

발명의 효과

[0018] 일 실시예에 따르면, 방사선 의료영상으로부터 고주파성분 영상을 분리하여 인공신경망 모델을 학습시킴으로써 학습된 인공신경망 모델이 저선량의 방사선 의료영상으로부터 높은 영상 품질의 의료영상을 획득할 수 있도록 한다. 기 학습된 인공신경망 모델에 의료영상으로부터 분리된 고주파성분 영상을 입력하여 인공신경망 모델의 출력에 대한 영상 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득할 수 있다. 이러한 본 발명은 고주파성분 영상 분리 등의 비교적 간단한 영상 처리만으로 방사선 의료영상 내의 잡음을 제거하여 높은 영상 품질의 의료영상을 획득할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 일 실시예에 따른 의료영상 처리 장치의 구성도이다.
 도 2는 의료영상 처리 장치가 의료영상으로부터 고주파성분 영상을 획득하는 과정을 예시한 것이다.
 도 3은 의료영상 처리 장치의 인공신경망 모델을 학습시키는 과정을 예시한 것이다.
 도 4는 의료영상 처리 장치 내 인공신경망 생성모델의 계층구조를 예시한 것이다.
 도 5는 의료영상 처리 장치 내 인공신경망 구분모델의 계층구조를 예시한 것이다.
 도 6은 의료영상 처리 장가 입력 의료영상으로부터 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 과정을 예시한 것이다.
 도 7은 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 학습 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 8은 의료영상 처리 장치가 수행하는 의료영상 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 의료영상 처리 장치에 의한 의료영상의 잡음 제거 효과를 설명하기 위한 의료영상 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0021] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0022] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을

선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

- [0023] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.
- [0024] 또한, 명세서에서 사용되는 '부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA나 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.
- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.
- [0026] 본 명세서에서 방사선 의료영상의 촬영 및 획득 대상은 사람 또는 동물, 또는 사람 또는 동물의 일부를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 본 명세서에서 '영상'은 이산적인 이미지 요소들(예를 들어, 2차원 이미지에 있어서의 픽셀들 및 3차원 이미지에 있어서의 복셀들)로 구성된 다차원(multi-dimensional) 데이터를 의미할 수 있다.
- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 의료영상 처리 장치(100)의 구성을 도시하고 있으며, 다만 도 1에 도시된 것은 예시적인 것에 불과하다. 이러한 의료영상 처리 장치(100)는 PC나 서버 등에서 구현되거나 이를 포함할 수 있다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 의료영상 처리 장치(100)는 입력부(110), 처리부(120) 및 인공 신경망 모델(artificial neural network model)부(130)를 포함하고, 출력부(140)를 더 포함할 수 있다.
- [0030] 입력부(110)는 학습을 위한 데이터로서 방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상을 입력 받는다. 아울러, 입력부(110)는 잡음 제거 대상인 방사선 의료영상을 입력 받을 수 있다. 예를 들어, 고선량 의료영상은 100% 선량을 이용하여 획득한 영상일 수 있고, 저선량 의료영상은 4% 선량을 이용하여 획득한 영상일 수 있다. 물론, 100% 선량과 4% 선량은 예시에 불과하고, 고선량 의료영상과 저선량 의료영상은 상대적으로 선량의 차이를 갖는다는 의미를 포함한다.
- [0031] 처리부(120)는 학습용 저선량 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상을 획득하고, 학습용 고선량 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고선량 고주파성분 영상을 획득한다. 또한, 처리부(120)는 잡음 제거 대상인 방사선 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고주파성분 영상을 획득하고, 획득된 고주파성분 영상을 인공신경망 모델부(130)에 입력한다. 그리고, 처리부(120)는 잡음 제거 대상인 방사선 의료영상, 획득된 고주파성분영상 및 인공신경망 모델부(130)의 출력인 잡음이 제거된 고주파성분 영상에 대한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득한다. 이러한 영상 처리를 위해 처리부(120)는 각종 영상 처리를 수행하도록 프로그램된 명령어를 저장하는 메모리 및 이러한 명령어를 실행하는 마이크로프로세서를 포함할 수 있다. 이러한 처리부(120)는 웨이브렛 변환(wavelet transform)을 이용하여 저선량 의료영상 및 고선량 의료영상에서 각각 고주파성분을 분리할 수 있다. 여기서, 처리부(120)는 학습용 저선량 의료영상 및 학습용 고선량 의료영상에 대하여 웨이브렛 변환을 통하여 저주파-저주파, 저주파-고주파, 고주파-저주파 및 고주파-고주파의 4개 대역으로 나눈 후 저주파-저주파 대역에 대해 다시 웨이브렛 변환을 수행하는 영상 처리를 복수 회에 걸쳐서 반복하고, 최종 웨이브렛 변환으로 나뉘어진 저주파-저주파 대역을 제외한 전체 웨이브렛 대역에 대하여 역 웨이브렛 변환을 수행한 결과로서 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 획득한다. 예를 들어, 처리부(120)는 잡음 제거 대상인 입력 의료영상에서 고주파성분 영상을 차감한 결과에 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 가산한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상을 획득할 수 있다.
- [0032] 인공신경망 모델부(130)는 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상을 이용하여, 입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공신경망 모델을 학습시킨다. 이러한 인공신

경망 모델부(130)는 복수의 인공신경망 모델을 포함하고, 이들 인공신경망 모델은 입력 영상에 포함된 잡음성분을 제거하는 가공을 통하여 순방향 가공 의료영상을 생성하는 순방향 인공신경망 생성모델, 입력 영상에 잡음성분을 추가하는 가공을 통하여 역방향 가공 의료영상을 생성하는 역방향 인공신경망 생성모델, 저선량 고주파성분 영상과 역방향 가공 의료영상을 구분하는 저선량 인공신경망 구분모델 및 고선량 고주파성분 영상과 순방향 가공 의료영상을 구분하는 고선량 인공신경망 구분모델을 포함한다. 예를 들어, 복수의 인공신경망 모델에 대한 학습은 사이클젠(CycleGAN)을 이용한 비지도 학습에 의해 수행될 수 있다. 또한, 방사선량의 차이를 갖는 저선량 고주파성분 영상 및 고선량 고주파성분 영상이 기 학습된 인공신경망 모델을 포함하는 인공신경망 모델부(130)는 고주파성분 영상이 입력되면 기 학습된 인공신경망 모델의 출력으로서 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 출력한다. 예를 들어, 인공 신경망 모델부(130)는 인공 신경망 모델로서 기능을 수행하도록 프로그램된 명령어를 저장하는 메모리 및 이러한 명령어를 실행하는 마이크로프로세서를 포함할 수 있다.

[0033] 출력부(140)는 처리부(120)가 잡음 제거 대상인 입력 의료영상으로부터 잡음이 제거된 의료영상을 제공하면 이를 출력한다. 예를 들어, 출력부(140)는 처리부(120)에 의해 제공되는 잡음이 제거된 의료영상을 외부에서 인지가 가능하게 출력할 수 있다. 이러한 출력부(140)는 의료영상을 데이터 형태로 출력하는 포트, 유선 통신 모듈 또는 무선 통신 모듈 등을 포함할 수 있다. 또는, 출력부(140)는 잡음이 제거된 의료영상을 영상 형태로 출력할 수 있는 영상 표시 장치를 포함할 수도 있다.

[0034] 도 2는 의료영상 처리 장치(100)가 의료영상으로부터 고주파성분 영상을 획득하는 과정을 예시한 것이고, 도 3은 의료영상 처리 장치(100)의 인공신경망 모델을 학습시키는 과정을 예시한 것이며, 도 4는 의료영상 처리 장치(100) 내 인공신경망 생성모델의 계층구조를 예시한 것이고, 도 5는 의료영상 처리 장치(100) 내 인공신경망 구분모델의 계층구조를 예시한 것이며, 도 6은 의료영상 처리 장치(100)가 입력 의료영상으로부터 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 과정을 예시한 것이고, 도 7은 의료영상 처리 장치(100)가 수행하는 의료영상 학습 방법을 설명하기 위한 흐름도이며, 도 8은 의료영상 처리 장치(100)가 수행하는 의료영상 처리 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0035] 먼저, 첨부된 도면들을 참조하여 의료영상 처리 장치(100)가 수행하는 의료영상 학습 방법에 대하여 살펴보기로 한다.

[0036] 학습을 위한 데이터로서 방사선량의 차이를 갖는 학습용 저선량 의료영상과 학습용 고선량 의료영상을 준비하여 의료영상 처리 장치(100)의 입력부(110)에 입력한다. 예를 들어, 고선량 의료영상은 100% 선량을 이용하여 획득한 영상일 수 있고, 저선량 의료영상은 4% 선량을 이용하여 획득한 영상일 수 있다. 예컨대, 입력부(110)를 통하여 100% 선량을 이용하여 획득한 심장 CT 영상과 4% 선량을 이용하여 획득한 심장 CT 영상을 입력 받을 수 있다(S710).

[0037] 이차림, 학습을 위한 데이터가 의료영상 처리 장치(100)에 입력되면, 의료영상 처리 장치(100)의 처리부(120)는 학습용 저선량 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상을 획득하고, 학습용 고선량 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고선량 고주파성분 영상을 획득한다.

[0038] 여기서, 처리부(120)는 웨이브렛 변환을 이용하여 저선량 의료영상 및 고선량 의료영상에서 각각 고주파성분을 분리할 수 있다. 예를 들어, 처리부(120)는 학습용 저선량 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 저선량 고주파성분 영상을 획득하거나 학습용 고선량 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고선량 고주파성분 영상을 획득할 때에 도 2에 예시한 과정을 이용할 수 있다. 학습용 저선량 의료영상 또는 학습용 고선량 의료영상(201)에 대하여 웨이브렛 변환을 통하여 저주파-저주파(LL), 저주파-고주파(LH), 고주파-저주파(HL) 및 고주파-고주파(HH)의 4개 대역으로 나눈 후 저주파-저주파(LL) 대역에 대해 다시 웨이브렛 변환을 수행하는 영상 처리를 복수 회에 걸쳐서 반복하고, 최종 웨이브렛 변환으로 나뉘어진 저주파-저주파(LL_k) 대역을 제외한 전체 웨이브렛 대역에 대하여 역 웨이브렛 변환(LL^{*})을 수행한 결과로서 학습용 저선량 고주파성분 영상 또는 학습용 고선량 고주파성분 영상(202)을 획득할 수 있다. 예컨대, 저주파-저주파 대역에 대해 다시 웨이브렛 변환을 수행하는 반복 횟수는 사전 실험을 통해 산출된 최적 횟수를 적용할 수 있다(S720).

[0039] 다음으로, 의료영상 처리 장치(100)의 인공신경망 모델부(130)는 단계 S720을 통하여 획득된 학습용 저선량 고주파성분 영상 및 학습용 고선량 고주파성분 영상을 이용하여, 입력 고주파성분 영상으로부터 잡음이 제거된 고주파성분 영상을 획득할 수 있도록 인공신경망 모델을 학습시킨다.

[0040] 도 3에 예시한 바에 따르면, 인공신경망 모델부(130)는 복수의 인공신경망 모델(G, F, D_x, D_y)을 포함한다. 도 3에는 학습용 저선량 의료영상(301)에 대한 웨이브렛 변환(302)을 통해 학습용 저선량 고주파성분 영상(303)이

획득되고, 학습용 고선량 의료영상(304)에 대한 웨이브렛 변환(305)을 통해 학습용 고선량 고주파성분 영상(306)이 획득된 예를 나타내었다. 예시된 바와 같이 인공신경망 모델부(130)는 입력 영상에 포함된 잡음성분을 제거하는 가공을 통하여 순방향 가공 의료영상을 생성하는 순방향 인공신경망 생성모델(G), 입력 영상에 잡음성분을 추가하는 가공을 통하여 역방향 가공 의료영상을 생성하는 역방향 인공신경망 생성모델(F), 저선량 고주파성분 영상과 역방향 가공 의료영상을 구분하는 저선량 인공신경망 구분모델(D_x) 및 고선량 고주파성분 영상과 순방향 가공 의료영상을 구분하는 고선량 인공신경망 구분모델(D_y)을 포함할 수 있고, 인공신경망 모델부(130)에 포함된 복수의 인공신경망 모델(G, F, D_x , D_y)에 대한 학습은 사이클갠(CycleGAN)을 이용한 비지도 학습에 의해 수행될 수 있다.

[0041] 도 4는 의료영상 처리 장치(100) 내 인공신경망 생성모델(F, G)의 계층구조를 예시한 것이고, 도 5는 의료영상 처리 장치(100) 내 인공신경망 구분모델(D_x , D_y)의 계층구조를 예시한 것이다. 물론, 인공신경망 생성모델(F, G) 및/또는 인공신경망 구분모델(D_x , D_y)의 계층구조는 도 4 및/또는 도 5에 예시된 계층구조로 한정되지 않는다.

[0042] 다음으로, 첨부된 도면들을 참조하여 의료영상 처리 장치(100)가 입력 의료영상으로부터 잡음이 제거된 의료영상을 획득하는 방법에 대하여 살펴보기로 한다.

[0043] 잡음 제거 대상인 방사선 의료영상(601)을 준비, 즉 잡음 제거가 필요한 방사선 의료영상을 준비하여, 단계 S710 내지 단계 S730에 의해 기 학습된 의료영상 처리 장치(100)의 입력부(110)에 입력한다. 예컨대, 4% 선량을 이용하여 획득한 심장 CT 영상을 입력할 수 있다.

[0044] 그러면, 의료영상 처리 장치(100)의 처리부(120)는 잡음 제거 대상인 방사선 의료영상으로부터 고주파성분을 분리하여 고주파성분 영상을 획득한다. 예를 들어, 처리부(120)는 단계 S720에서 설명한 바와 같은 웨이브렛 변환(602)을 이용하여 방사선 의료영상으로부터 고주파성분(603)을 분리할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 처리부(120)는 도 2에 예시한 바와 같이 방사선 의료영상에 대하여 웨이브렛 변환을 통하여 저주파-저주파(LL), 저주파-고주파(LH), 고주파-저주파(HL) 및 고주파-고주파(HH)의 4개 대역으로 나눈 후 저주파-저주파(LL) 대역에 대해 다시 웨이브렛 변환을 수행하는 영상 처리를 복수 회에 걸쳐서 반복하고, 최종 웨이브렛 변환으로 나뉘어진 저주파-저주파(LL_k) 대역을 제외한 전체 웨이브렛 대역에 대하여 역 웨이브렛 변환(LL^*)을 수행한 결과로서 입력된 방사선 의료영상에 대응하는 고주파성분 영상을 획득할 수 있다(S810).

[0046] 이어서, 처리부(120)는 단계 S810을 통하여 획득된 고주파성분 영상(603)을 의료영상 처리 장치(100)의 인공신경망 모델부(130) 내 순방향 인공신경망 생성모델(G)에 입력한다(S820).

[0047] 그러면, 단계 S710 내지 단계 S730에 의해 기 학습된 의료영상 처리 장치(100)의 인공신경망 모델부(130) 내 순방향 인공신경망 생성모델(G)은 입력된 고주파성분 영상(603)에 대하여 잡음이 제거된 고주파성분 영상(604)을 출력한다(S830).

[0048] 다음으로, 처리부(120)는 잡음 제거 대상인 방사선 의료영상(601), 획득된 고주파성분영상(603) 및 인공신경망 모델부(130)의 출력인 잡음이 제거된 고주파성분 영상(604)에 대한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상(607)을 획득한다. 예를 들어, 처리부(120)는 방사선 의료영상(601)에서 고주파성분 영상(603)을 차감한 결과에 잡음이 제거된 고주파성분 영상(604)을 가산한 처리의 결과물로서 잡음이 제거된 의료영상(607)을 획득할 수 있다(S840).

[0049] 이후, 의료영상 처리 장치(100)의 출력부(140)는 처리부(120)의 제어에 따라 방사선 의료영상(601)에 대응하는 잡음이 제거된 의료영상(607)을 출력할 수 있다. 예를 들어, 출력부(140)는 처리부(120)에 의해 제공되는 잡음이 제거된 의료영상(607)을 외부에서 인지 가능하게 출력할 수 있다. 예컨대, 출력부(140)는 잡음이 제거된 의료영상(607)을 데이터 형태로 출력 포트를 통하여 출력하거나 유선 통신 모듈 또는 무선 통신 모듈 등을 통하여 송신할 수 있다. 또는, 출력부(140)는 잡음이 제거된 의료영상(607)을 영상 표시 장치에 영상 형태로 출력할 수도 있다.

[0050] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 의료영상 처리 장치(100)에 의한 의료영상의 잡음 제거 효과를 설명하기 위한 의료영상 예시도이다.

[0051] 도 9에서, (Proposed)는 학습용 의료영상으로부터 고주파성분 영상을 분리시켜 인공신경망 모델에 학습시킨 경우이고, (CycleGAN)은 고주파성분 영상을 분리하지 않고 입력된 학습용 의료영상을 그대로 인공신경망 모델에

학습시킨 경우이다. 도 9에서 알 수 있듯이, 학습용 의료영상으로부터 고주파성분 영상을 분리시켜 인공신경망 모델에 학습시킨 경우에 입력된 방사선 의료영상에 대한 잡음 제거 효능이 우수함을 알 수 있다.

[0052] 한편, 전술한 실시예에 따른 의료영상 학습 방법 및 의료영상 처리 방법에 포함된 각각의 단계는, 이러한 단계를 수행하도록 프로그램된 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독가능한 기록매체에서 구현될 수 있다.

[0053] 또한, 전술한 실시예에 따른 의료영상 학습 방법 및 의료영상 처리 방법에 포함된 각각의 단계는, 이러한 단계를 수행하도록 프로그램된, 컴퓨터 판독가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램의 형태로 구현될 수 있다.

[0054] 본 발명에 첨부된 각 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 인스트럭션들은 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0055] 또한, 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

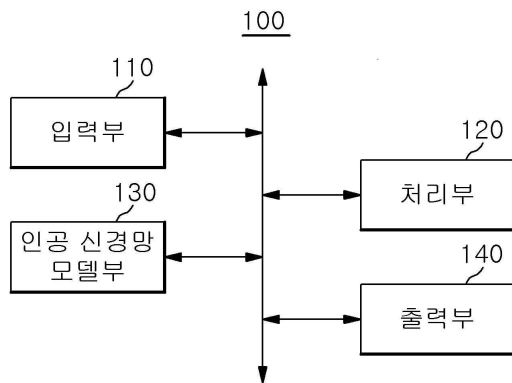
[0056] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

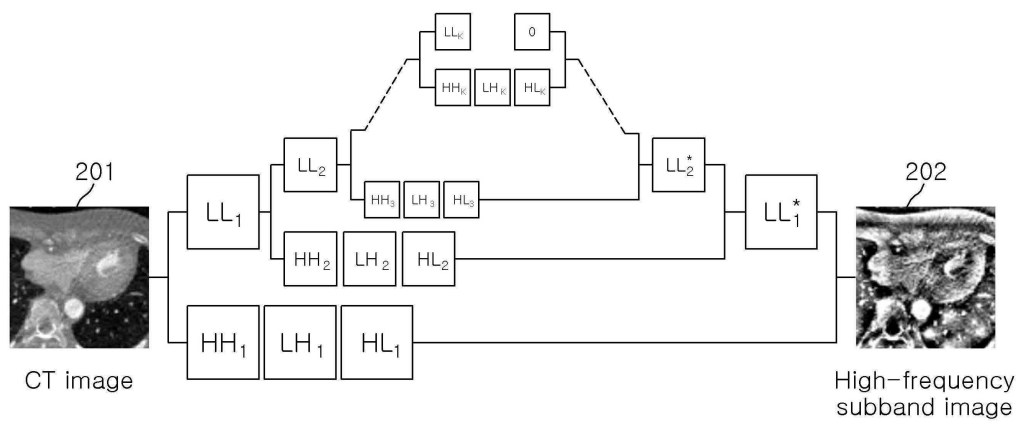
- [0057] 100: 의료영상 처리 장치
110: 입력부
120: 처리부
130: 인공신경망 모델부
140: 출력부

도면

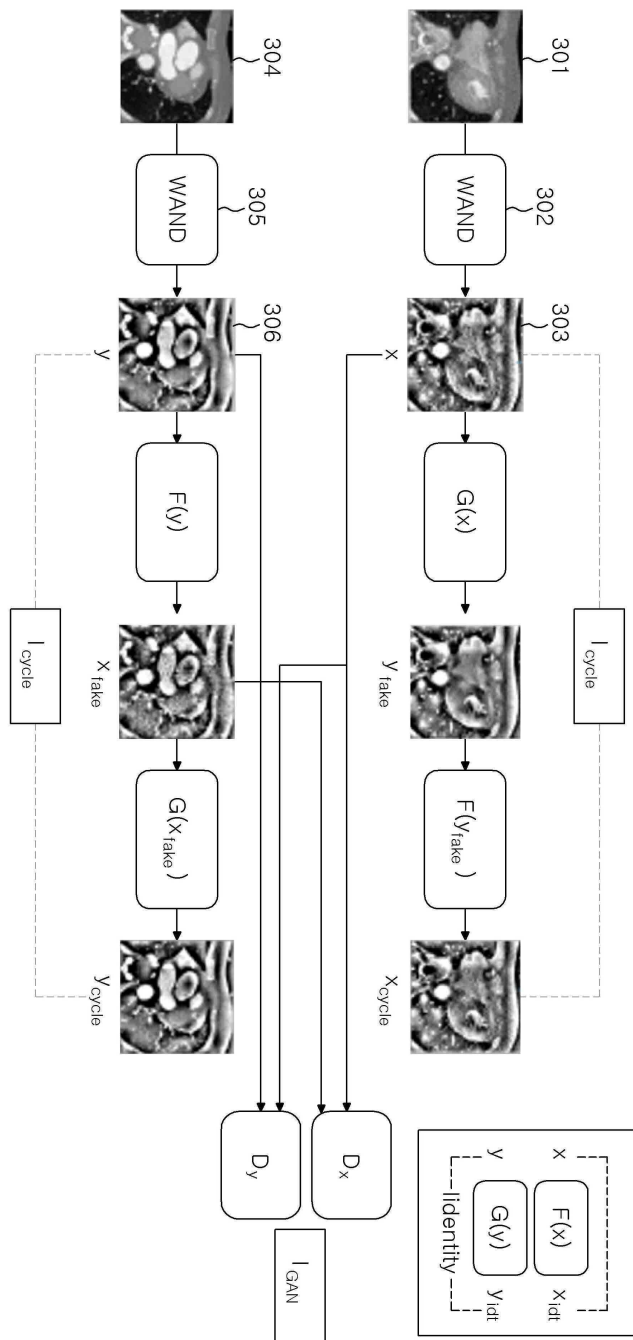
도면1



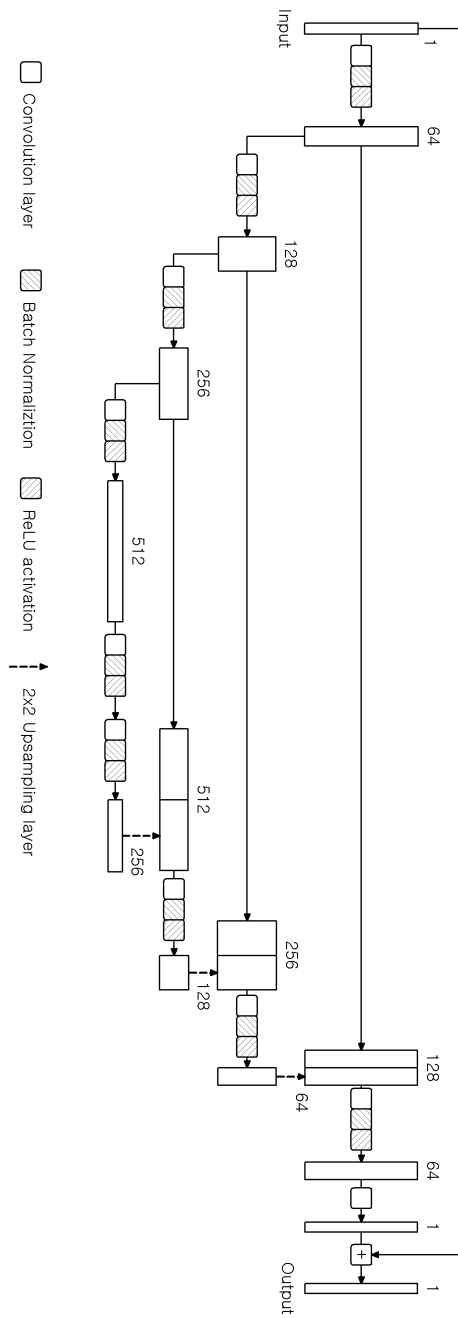
도면2



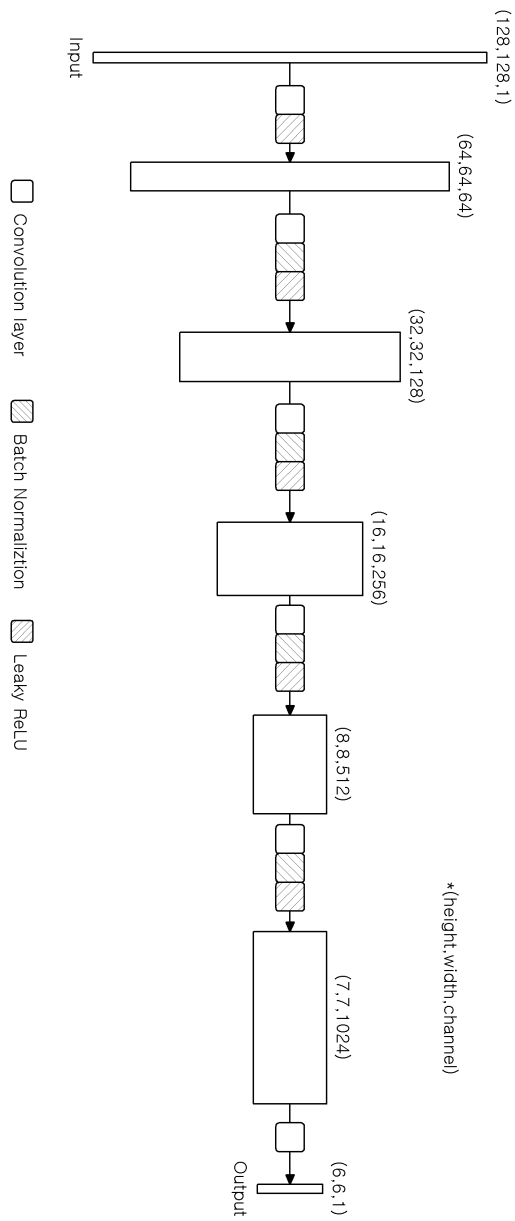
도면3



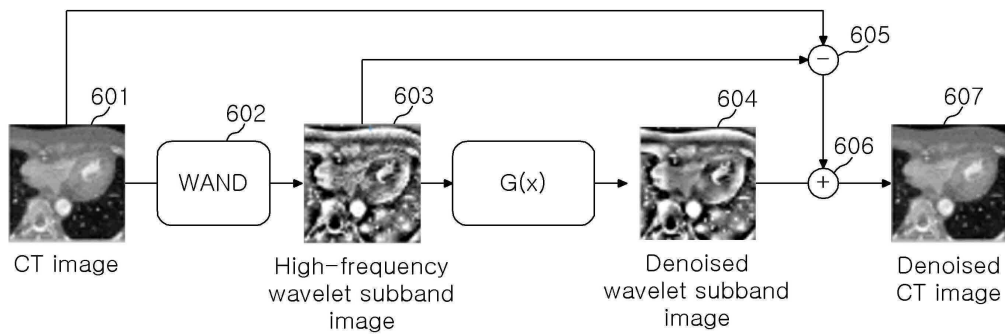
도면4



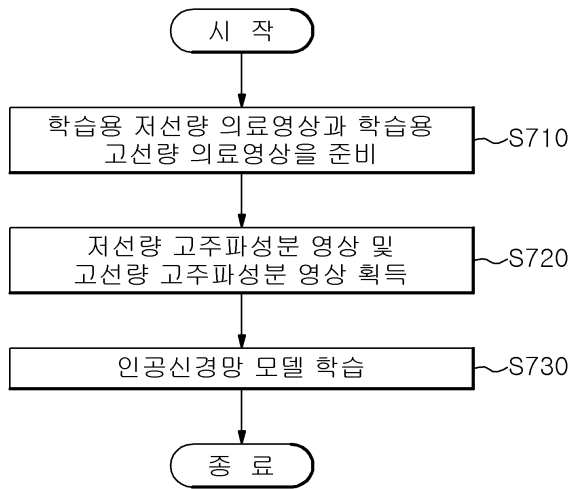
도면5



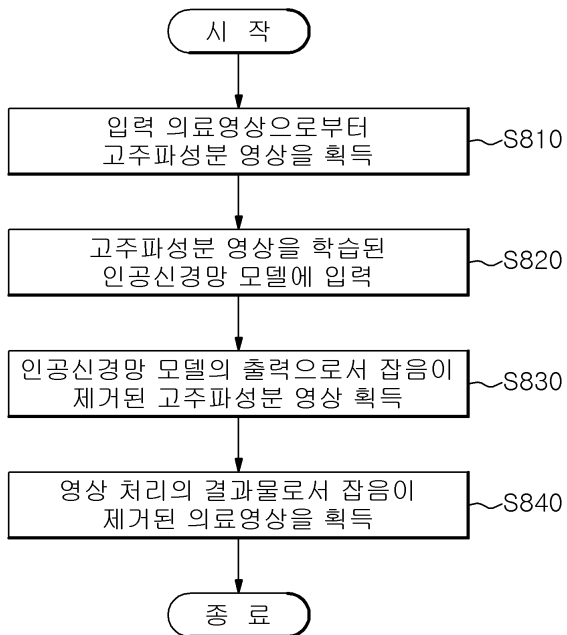
도면6



도면7



도면8



도면9

