

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0117478
(43) 공개일자 2022년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 11/00 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)

G06T 11/60 (2006.01) G06T 5/00 (2019.01)

G06T 7/11 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G06T 11/003 (2013.01)

G06N 3/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0020892

(22) 출원일자 2021년02월17일

심사청구일자 2021년02월17일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

백중덕

인천광역시 연수구 송도과학로 85, 연세대학교 진리관 C동 420호(송도동)

최윤수

인천광역시 연수구 송도과학로27번길 55, 202동 830호(송도동, 롯데캐슬 캠퍼스타운)

(74) 대리인

민영준

전체 청구항 수 : 총 10 항

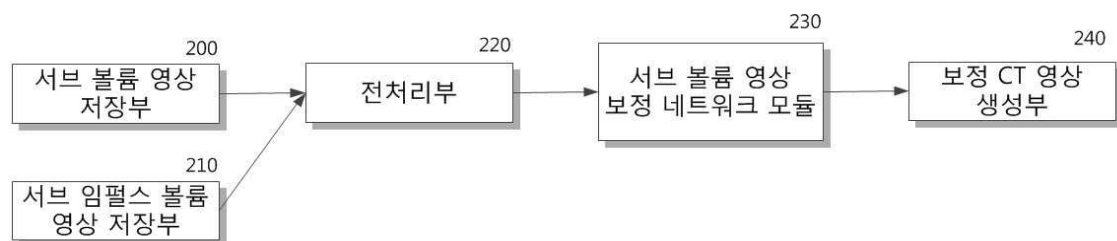
(54) 발명의 명칭 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치 및 방법

(57) 요약

인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치 및 방법이 개시된다. 개시된 방법은 CT 영상 촬영 시스템으로부터 획득한 CT 영상 볼륨 영상을 분할하여 다수의 서브 볼륨 영상을 획득하되, 상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 인접한 서브 볼륨 영상과 일부 영역이 중첩되도록 분할하는 서브 볼륨 영상 획득부; 상기 획득된 다수의 서브 볼륨

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



영상 각각을 독립적으로 전처리하는 전처리부; 다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크를 포함하고, 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상에 대해 각각 독립적인 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에 입력하여 신경망 연산을 수행함으로써 상기 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상 각각에 대한 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈; 및 상기 보정 서브 볼륨 영상들을 결합하여 보정 CT 영상을 생성하는 보정 CT 영상 생성부를 포함한다. 개시된 장치 및 방법에 의하면, CT 영상의 영역별 독립적인 보정을 통해 재구성되는 CT 영상에서 발생하는 아티팩트를 보다 효과적으로 제거할 수 있으며, 다수의 독립적인 인공 신경망을 이용하여 공간별 아티팩트의 양상을 고려한 CT 영상 보정이 가능한 장점이 있다.

(52) CPC특허분류

G06T 11/60 (2013.01)

G06T 5/001 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 2207/10081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119388
과제번호	2020R1A4A1016619
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구실육성사업
연구과제명	고속 촬영 콘빔 CT 영상화를 위한 인공지능 연구실(1/3)(2020.7.1.~2023.2.28)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.07.01 ~ 2021.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711112312
과제번호	2019R1A2C2084936
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	저선량 치과 CT 영상에서의 금속 인공음영 보정을 위한 인간 관찰자 손실함수 기반 딥러닝 기술 개발 (3/4)(2019.9.1~2023.2.28)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

CT 영상 촬영 시스템으로부터 획득한 CT 영상 볼륨 영상을 분할하여 다수의 서브 볼륨 영상을 획득하되, 상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 인접한 서브 볼륨 영상과 일부 영역이 중첩되도록 분할하는 서브 볼륨 영상 획득부;

상기 획득된 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 독립적으로 전처리하는 전처리부;

다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크를 포함하고, 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상에 대해 각각 독립적인 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에 입력하여 신경망 연산을 수행함으로써 상기 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상 각각에 대한 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈; 및

상기 보정 서브 볼륨 영상들을 결합하여 보정 CT 영상을 생성하는 보정 CT 영상 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각의 분할 영역에 대해 포인트의 임펄스를 인가하여 획득된 다수의 서브 임펄스 볼륨 영상을 저장하는 서브 임펄스 볼륨 영상 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전처리부는 상기 각 서브 볼륨 영상과 이에 대응되는 상기 서브 임펄스 볼륨 영상을 각각 병합하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈의 다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 각각은 대응되는 서브 볼륨 영상과 연관된 참값 영상을 이용하여 독립적으로 학습되는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 CT 영상 보정부는 상기 보정 서브 볼륨 영상 결합 시 중첩되는 영역에 대해서는 중첩되는 각 서브 볼륨 영상의 픽셀값들에 대한 평균값을 상기 중첩되는 영역의 픽셀값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치.

청구항 6

CT 영상 촬영 시스템으로부터 획득한 CT 영상 볼륨 영상을 분할하여 다수의 서브 볼륨 영상을 획득하되, 상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 인접한 서브 볼륨 영상과 일부 영역이 중첩되도록 분할하는 단계(a);

상기 획득된 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 독립적으로 전처리하는 단계(b);

전처리된 다수의 서브 볼륨 영상을 각각 독립적인 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에 입력하여 신경망 연산을 수행함으로써 상기 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상 각각에 대한 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 단계(c); 및

상기 보정 서브 볼륨 영상들을 결합하여 보정 CT 영상을 생성하는 단계(d)를 포함하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각의 분할 영역에 대해 포인트의 임펄스를 인가하여 획득된 다수의 서브 임펄스 볼륨 영상을 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 단계(b)는 상기 각 서브 볼륨 영상과 이에 대응되는 상기 서브 임펄스 볼륨 영상을 각각 병합하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 각각은 대응되는 서브 볼륨 영상과 연관된 참값 영상을 이용하여 독립적으로 학습되는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 단계(d)는 상기 보정 서브 볼륨 영상 결합 시 중첩되는 영역에 대해서는 중첩되는 각 서브 볼륨 영상의 픽셀값들에 대한 평균값을 상기 중첩되는 영역의 픽셀값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 CT 영상 보정 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] CT(Computed Tomography) 영상은 중앙 및 다양한 병변에 대한 진단을 위해 널리 사용되고 있다.
- [0004] CT 영상은 X-선관이 피사체를 중심으로 회전하여 각기 다른 각도에서 수집된 정보를 재구성해 한 단면의 영상을 나타낸다. CT의 궁극적 목표는 피사체를 여러 각도에서 투과한 방사선을 검출하여 피사체 단면에 대한 흡수치를 컴퓨터를 이용하여 재구성하는 것이다.
- [0005] CT 단층 영상의 촬영에서 X-선속은 촬영 부위의 단면을 통과하므로 재구성 영상에는 목적 단면(slice) 이외의 정보는 포함되지 않으며 진단 목적 부위의 여러 단층 영상에 대하여 2차원적 평면 영상 또는 3차원적인 볼륨 영상을 관찰할 수 있다.
- [0006] 그러나, 다양한 각도에서 촬영된 영상을 CT 영상을 재구성 시 필수적으로 아티팩트(Artifact)가 발생하며 이러한 아티팩트는 정확한 진단을 방해하는 주요한 요인으로 작용한다. 특히, 저선량으로 촬영된 CT 영상의 경우 이러한 아티팩트의 문제는 더욱 심화된다.
- [0007] 따라서, CT 영상의 재구성 시 발생하는 아티팩트를 제거하는 CT 영상 보정 작업이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 CT 영상의 영역별 독립적인 보정을 통해 재구성되는 CT 영상에서 발생하는 아티팩트를 보다 효과적으로 제거할 수 있는 CT 영상 보정 장치 및 방법을 제안한다.
- [0010] 또한, 본 발명은 다수의 독립적인 인공 신경망을 이용하여 공간별 아티팩트의 양상을 고려한 CT 영상 보정 장치 및 방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 측면에 따르면, CT 영상 촬영 시스템으로부터 획득한 CT 영상 볼륨 영상을 분할하여 다수의 서브 볼륨 영상을 획득하되, 상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 인접한 서브 볼륨 영상과 일부 영역이 중첩되도록 분할하는 서브 볼륨 영상 획득부; 상기 획득된 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 독립적으로 전처리하는 전처리부; 다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크를 포함하고, 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상에 대해 각각 독립적인 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에 입력하여 신경망 연산을 수행함으로써 상기 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상 각각에 대한 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈; 및 상기 보정 서브 볼륨 영상들을 결합하여 보정 CT 영상을 생성하는 보정 CT 영상 생성부를 포함하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치가 제공된다.
- [0013] 상기 CT 영상 보정 장치는 상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각의 분할 영역에 대해 포인트의 임펄스를 인가하여 획득된 다수의 서브 임펄스 볼륨 영상을 저장하는 서브 임펄스 볼륨 영상 저장부를 더 포함한다.
- [0014] 상기 전처리부는 상기 각 서브 볼륨 영상과 이에 대응되는 상기 서브 임펄스 볼륨 영상을 각각 병합한다.
- [0015] 상기 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈의 다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 각각은 대응되는 서브 볼륨 영상과 연관된 참값 영상을 이용하여 독립적으로 학습된다.
- [0016] 상기 CT 영상 보정부의 상기 보정 서브 볼륨 영상 결합 시 중첩되는 영역에 대해서는 중첩되는 각 서브 볼륨 영상의 픽셀값들에 대한 평균값을 상기 중첩되는 영역의 픽셀값으로 설정한다.
- [0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, CT 영상 촬영 시스템으로부터 획득한 CT 영상 볼륨 영상을 분할하여 다수의 서브 볼륨 영상을 획득하되, 상기 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 인접한 서브 볼륨 영상과 일부 영역이 중첩되도록 분할하는 단계(a); 상기 획득된 다수의 서브 볼륨 영상 각각을 독립적으로 전처리하는 단계(b); 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상을 각각 독립적인 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에 입력하여 신경망 연산을 수행함으로써 상기 전처리된 다수의 서브 볼륨 영상 각각에 대한 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 단계(c); 및 상기 보정 서브 볼륨 영상들을 결합하여 보정 CT 영상을 생성하는 단계(d)를 포함하는 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 의하면, CT 영상의 영역별 독립적인 보정을 통해 재구성되는 CT 영상에서 발생하는 아티팩트를 보다 효과적으로 제거할 수 있는 장점이 있다.
- [0020] 또한, 본 발명에 의하면, 다수의 독립적인 인공 신경망을 이용하여 공간별 아티팩트의 양상을 고려하여 CT 영상 보정이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 일반적인 CT 영상의 임펄스 응답 영상을 나타낸 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치의 개략적 구성을 나타낸 블록도.
- 도 3은 CT 볼륨 영상으로부터 획득되는 서브 볼륨 영상의 일례를 나타낸 도면.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 서브 볼륨 영상을 중첩하여 획득하는 방법을 나타낸 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 서브 임펄스 볼륨 영상을 획득하는 방법을 설명한 도면.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전처리 방법을 나타낸 도면.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 볼륨 영상 별로 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에서 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 구조를 나타낸 도면.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 영역에 대한 평균 보상이 이루어지는 방식을 설명하기 위한 도면.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈의 각 서브 보정 네트워크의 학습 구조를 나타낸 도면.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0024] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0025] 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 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 “...부”, “...기”, “모듈”, “블록” 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0026] 도 1은 일반적인 CT 영상의 임펄스 응답 영상을 나타낸 도면이다.
- [0027] CT 영상의 임펄스 응답 영상은 소정 위치의 포인트를 CT를 통해 촬영할 경우 획득되는 영상을 의미한다. CT 영상 촬영 시스템에서 획득하는 영상은 3차원의 볼륨 영상이며, 도 1에는 3차원 볼륨 영상에서 중앙부의 XY 평면 영상(축평면), YZ 평면 영상(관상면) 및 ZX 평면 영상(시상면)이 각각 도시되어 있다.
- [0028] 아티팩트가 존재하지 않는다면, 도 1에 도시된 각 평면 영상에는 중앙부에만 포인트가 존재하여야 한다. 그러나, CT 영상이 재구성되는 과정에서 도 1에 도시된 바와 같이 중앙부 이외에도 희미한 아티팩트가 존재하는 것을 확인할 수 있다.
- [0029] 또한, 특정 평면 영상에는 중앙부의 포인트가 선명하지 않고 포인트가 특정 방향으로 퍼져 그 형상이 왜곡되는

아티팩트 역시 확인할 수 있다. 이러한 포인트의 왜곡은 축평면 영상과 시상면 영상에서는 크고 관상면 영상에서는 크지 않은 것을 도 1로부터 확인할 수 있다.

- [0030] 이와 같이 CT 영상의 재구성 과정에서 생기는 아티팩트를 제거하는 영상 보정 작업이 CT 영상의 재구성 후 요구된다.
- [0031] 본 발명의 발명자의 연구에 의하면, 아티팩트의 생성 양상은 영상의 영역별로 상이하다. 위 도 1로부터 확인되듯이, 영상의 좌상 영역과 우하 영역에는 아티팩트가 발생하나 다른 영역에는 아티팩트가 발생하지 않는다. 이와 같이 CT 볼륨 영상의 영역별로 아티팩트 생성 양상이 상이하기에 본 발명에서는 영상 전체가 아닌 분할된 서브 볼륨 영상 단위로 영상을 보정하는 방법을 제안한다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 장치의 개략적 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 이용한 CT 보정 장치는 서브 볼륨 영상 획득부(200), 서브 임펄스 볼륨 영상 저장부(210), 전처리부(220), 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 네트워크 모듈(230) 및 보정 CT 영상 생성부(240)를 포함한다.
- [0034] 서브 볼륨 영상 획득부(200)는 재구성된 CT 볼륨 영상으로부터 서브 볼륨 영상을 획득한다. 서브 볼륨 영상은 CT 볼륨 영상에서 미리 설정된 영역을 분할한 영상이다.
- [0035] 도 3은 CT 볼륨 영상으로부터 획득되는 서브 볼륨 영상의 일례를 나타낸 도면이다.
- [0036] 도 3에 도시된 바와 같이, 서브 볼륨 영상은 CT 볼륨 영상 중 특정 영역의 영상이며, 서브 볼륨 영상의 사이즈는 미리 설정된다. 일례로, CT 볼륨 영상의 사이즈가 21 X 21 X 21일 경우, 하나의 서브 볼륨 영상의 사이즈는 3 X 3 X 3일 수 있다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 서브 볼륨 영상은 소정 영역이 중첩되도록 획득된다.
- [0038] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 서브 볼륨 영상을 중첩하여 획득하는 방법을 나타낸 도면이다.
- [0039] 도 4를 참조하면, 제1 서브 볼륨 영상(400)은 인접하는 제2 서브 볼륨 영상(410)과 일부 영역이 중첩된다. 또한, 제2 서브 볼륨 영상(410)은 인접하는 제1 서브 볼륨 영상(400) 및 제3 서브 볼륨 영상(420)과 일부 영역이 중첩된다. 제2 서브 볼륨 영상(410)의 좌측부는 제1 서브 볼륨 영상(400)과 중첩되며, 제2 서브 볼륨 영상(410)의 우측부는 제3 서브 볼륨 영상(420)과 중첩된다.
- [0040] 도 4에는 인접하는 서브 볼륨 영상간 절반에 해당되는 영역이 서로 중첩되는 경우가 도시되어 있으나 중첩 영역은 이에 한정되지 않으며 다양하게 설정될 수 있을 것이다. 다만, 인접 서브 볼륨 영상간의 중첩 영역은 서브 볼륨 영상의 1/3 이상인 것이 바람직하다.
- [0041] 본 발명은 서브 볼륨 영상 단위로 영상을 보정하며, 이와 같은 방식은 각 서브 볼륨 영상의 경계 영역에서 의도하지 않은 에지 라인을 발생시킬 수 있으며, 이는 새로운 아티팩트로 작용할 수 있다. 이와 같은 문제 발생을 방지하기 위해, CT 볼륨 영상으로부터 분할되는 서브 볼륨 영상은 인접하는 서브 볼륨 영상과 중첩되도록 분할되는 것이 바람직하다.
- [0042] 서브 임펄스 볼륨 영상 저장부(210)는 각 서브 볼륨 영상 영역별 임펄스 영상인 서브 임펄스 볼륨 영상을 저장한다.
- [0043] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 서브 임펄스 볼륨 영상을 획득하는 방법을 설명한 도면이다.
- [0044] 도 5를 참조하면, 각 서브 볼륨 영상 영역별로 포인트의 임펄스를 인가한 후 CT 영상 촬영 시스템으로부터 영상을 획득하여 재구성하며, 이와 같이 재구성된 영상이 서브 임펄스 볼륨 영상이다.
- [0045] 서브 임펄스 볼륨 영상은 CT 볼륨 영상 보정 시마다 획득되는 것은 아니며, 미리 획득되어 서브 임펄스 볼륨 영상 저장부(210)에 저장된다.
- [0046] 전처리부(220)는 CT 볼륨 영상으로부터 분할되는 서브 볼륨 영상들에 대한 전처리를 수행한다. 구체적으로, 전처리부(220)는 각 서브 볼륨 영상과 각 서브 볼륨 영상에 상응하는 서브 임펄스 볼륨 영상을 서로 병합(Concatenate)한다. 여기서, 병합(Concatenation)은 두 개의 볼륨을 서로 연결하여 결합하는 것을 의미한다.
- [0047] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전처리 방법을 나타낸 도면이다.

- [0048] 도 6에 도시된 바와 같이, 전처리는 각각의 서브 볼륨 영상 별로 이루어진다. 제1 서브 볼륨 영상은 제1 서브 볼륨 영상 영역에 상응하여 획득된 제1 서브 임펄스 볼륨 영상과 병합되고, 제2 서브 볼륨 영상은 제2 서브 볼륨 영상 영역에 상응하여 획득된 제2 서브 임펄스 볼륨 영상과 병합되는 것이다.
- [0049] 서브 볼륨 영상과 서브 임펄스 볼륨 영상과의 병합은 각 영역별로 상이한 아티팩트의 생성 양상을 반영하여 신경망 연산을 수행하기 위해 이루어진다.
- [0050] 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈(230)은 전처리된 각 서브 볼륨 영상에 대해 신경망 연산을 통해 보정 서브 볼륨 영상을 출력한다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈(230)은 다수의 서브 네트워크 모듈을 포함하며, 서브 네트워크 모듈의 수는 서브 볼륨 영상의 수에 상응한다. 예를 들어, N개의 서브 볼륨 영상이 CT 볼륨 영상으로부터 분할되어 획득될 경우, 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈은 N개의 서브 네트워크 모듈을 포함하는 것이다.
- [0052] 다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈은 서로 독립적이며 학습도 독립적으로 이루어진다. 즉, 제1 서브 볼륨 영상을 위한 제1 서브 볼륨 영상 보정 네트워크와 제2 서브 볼륨 영상을 위한 제2 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 독립적으로 학습되어 가중치를 공유하지 않는 것이다.
- [0053] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 볼륨 영상 별로 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에서 보정 서브 볼륨 영상을 출력하는 구조를 나타낸 도면이다.
- [0054] 도 7을 참조하면, 다수의 전처리된 서브 볼륨 영상(서브 임펄스 볼륨 영상과 병합된 서브 볼륨 영상)은 각 전처리된 서브 볼륨 영상 별로 별도의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크로 입력된다.
- [0055] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 각 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 CNN(Convolutional Neural Network)일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며 신경망 연산을 수행하는 다양한 네트워크가 서브 볼륨 영상 보정 네트워크로 사용될 수 있을 것이다.
- [0056] 제1 서브 임펄스 볼륨 영상과 병합된 제1 서브 볼륨 영상은 제1 서브 볼륨 영상 보정 네트워크로 입력된다. 제1 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 독립적으로 전처리된 제1 서브 볼륨 영상에 대한 신경망 연산을 수행하여 제1 보정 서브 볼륨 영상을 출력한다.
- [0057] 동일한 방식으로 제2 서브 임펄스 볼륨 영상과 병합된 제2 서브 볼륨 영상은 제2 서브 볼륨 영상 보정 네트워크로 입력되고, 제2 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 독립적으로 전처리된 제2 서브 볼륨 영상에 대한 신경망 연산을 수행하여 제2 보정 서브 볼륨 영상을 출력한다.
- [0058] 이와 같이 독립적인 서브볼륨 영상 보정 네트워크를 이용하여 N개의 전처리된 서브 볼륨 영상에 대해 N개의 보정 서브 볼륨 영상을 출력하도록 동작하는 것이다.
- [0059] 다수의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 각각은 특정 영역의 서브 볼륨 영상만을 처리하기 위한 네트워크이며, 학습 역시 해당 영역의 참값 영상(Ground Truth)만을 이용하여 독립적으로 이루어진다.
- [0060] 보정 CT 영상 생성부(240)는 다수의 서브 볼륨 영상 네트워크로부터 출력되는 보정 서브 볼륨 영상들을 분할된 위치에 배치하여 결합하면서 중첩 영역에 대한 평균 보상을 통해 최종 보정 영상을 생성한다.
- [0061] 앞서 설명한 바와 같이, 각각의 서브 볼륨 영상들은 인접한 서브 볼륨 영상과 중첩되도록 분할된다. 각 서브 볼륨 영상들이 서로 중첩되어 있기에 중첩된 영역에 대해서는 중첩된 영역의 픽셀값을 설정할 필요가 있다. 보정 CT 영상 생성부(240)는 해당 영역에 중첩된 서브 볼륨 영상의 수를 고려하여 중첩된 수에 기초한 평균 연산을 통해 중첩 영역의 픽셀 값을 보상한다.
- [0062] 예를 들어, 특정 영역에 두 개의 서브 볼륨 영상이 중첩되어 있을 경우, 해당 영역에서 두 개의 서브 볼륨 영상의 픽셀값을 더한 값을 2로 나누어 평균 보상을 수행할 수 있을 것이다. 한편, 예시한 산술 평균뿐만 아니라 다양한 평균 연산이 적용될 수 있을 것이다. 기하 평균은 물론 사인 함수를 이용한 평균 등 다양한 평균 연산 방식이 적용될 수 있다는 점은 당업자에게 있어 자명할 것이다.
- [0063] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 중첩 영역에 대한 평균 보상이 이루어지는 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 8을 참조하면, 제1 보정 서브 볼륨 영상(800)과 제2 보정 서브 볼륨 영상(810)은 일부 영역이 중첩되도록 분할된 서브 볼륨 영상들이 보정된 볼륨 영상들이다.

- [0065] 제1 보정 서브 볼륨 영상(800)의 우측 영역과 제2 보정 서브 볼륨 영상(810)의 좌측 영역은 서로 중첩되며, 이러한 중첩 영역에 대해서는 서로 대응하는 픽셀값들에 대한 평균을 통해 새로운 픽셀값을 설정한다. 앞서 설명한 바와 같이, 서로 대응하는 픽셀값들을 더한 후 2로 나누는 산술 평균이 이루어질 수 있다.
- [0066] 도 8에 도시된 바와 같은 평균 연산은 모든 보정 서브 볼륨 영상의 모든 중첩 영역에 대해 이루어지며, 분할된 영역으로 각 보정 서브 볼륨 영상이 배치되면서 중첩 영역에 대해 평균 보상이 완료된 영상이 최종 보정 영상이 된다.
- [0067] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 CT 영상 보정은 분할된 서브 볼륨 영상별로 이루어진 후 보정된 서브 볼륨 영상은 본래의 위치에 배치하여 최종 보정 영상을 생성하는 방식이며, 이와 같은 방식에 의해 영상의 영역에 따라 서로 다른 임펄스 노이즈가 발생하는 문제를 억제할 수 있으며, 보다 효과적인 노이즈 제거가 가능하다.
- [0068] 나아가, 영상의 분할 시 일부 영역이 중첩되도록 설정함으로써 분할 영역에 대한 독립적인 보정 시 발생할 수 있는 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0069] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 모듈의 각 서브 보정 네트워크의 학습 구조를 나타낸 도면이다.
- [0070] 앞서 설명한 바와 같이, 각 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 독립적으로 학습이 이루어지며 서로 다른 참값 영상(Ground Truth)을 이용하여 학습을 수행한다.
- [0071] 예를 들어, 제1 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 제1 서브 볼륨 영상을 입력받아 신경망 연산을 수행하여 제1 보정 서브 볼륨 영상을 출력한다. 제1 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 제1 참값 서브 볼륨 영상을 이용하여 학습을 수행하며, 제1 참값 서브 볼륨 영상은 참값 CT 볼륨 영상으로부터 제1 서브 볼륨 영상의 영역을 분할한 영상이다.
- [0072] 제1 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 제1 참값 서브 볼륨 영상과 출력된 제1 보정 서브 볼륨 영상의 차를 손실로 역전파하여 가중치들을 갱신한다.
- [0073] 이와 같은 학습 방식은 제2 서브 볼륨 영상 보정 네트워크 및 제3 서브 볼륨 영상 보정 네트워크에 대해서도 동일하게 이루어진다.
- [0074] 제2 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 제2 참값 서브 볼륨 영상을 이용하여 학습을 수행하며, 제2 참값 서브 볼륨 영상은 참값 CT 볼륨 영상에서 제2 서브 볼륨 영상의 영역을 분할한 영상이다.
- [0075] 각각의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크가 서로 다른 참값 영상과의 차이를 손실로 역전파하기에 각 서브 볼륨 영상 보정 네트워크의 가중치는 서로 독립적이며, 특정 서브 볼륨 영상 보정 네트워크의 가중치가 다른 서브 볼륨 영상 보정 네트워크의 가중치에 영향을 주지 않는다.
- [0076] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공 신경망을 이용한 CT 영상 보정 방법의 전체적인 흐름을 도시한 순서도이다.
- [0077] 도 10을 참조하면, CT 촬영 시스템으로부터 재구성된 CT 볼륨 영상을 분할하여 다수의 서브 볼륨 영상을 획득한다(단계 1000). 앞서 설명한 바와 같이, 다수의 서브 볼륨 영상 각각은 인접한 서브 볼륨 영상들과 일부 영역이 중첩되도록 재구성된 CT 볼륨 영상으로부터 분할된다.
- [0078] 다수의 서브 볼륨 영상이 획득되면, 각 서브 볼륨 영상에 대한 전처리를 수행한다(단계 1002). 각 서브 볼륨 영상과 해당 서브 볼륨 영상 영역의 서브 임펄스 볼륨 영상을 병합하는 방식으로 전처리가 이루어진다.
- [0079] 서브 볼륨 영상에 대한 전처리가 이루어지면, 각 전처리된 서브 볼륨 영상을 각각 독립적인 서브 볼륨 영상 보정 네트워크를 통해 보정한다(단계 1004). 각 전처리된 서브 볼륨 영상은 독립적으로 보정되며, 각각의 서브 볼륨 영상 보정 네트워크는 가중치를 공유하지 않는다.
- [0080] 보정된 서브 볼륨 영상은 각각의 분할 영역으로 배치되고, 중첩되는 영역의 픽셀값은 평균 보상을 통해 보정하여 최종적인 보정 영상을 생성한다(단계 1006). 앞서 설명한 바와 같이, 중첩되는 영역은 각 서브 볼륨 영상의 픽셀값들에 대한 다양한 평균 연산을 통해 최종적인 픽셀값을 정할 수 있을 것이다.
- [0081] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는

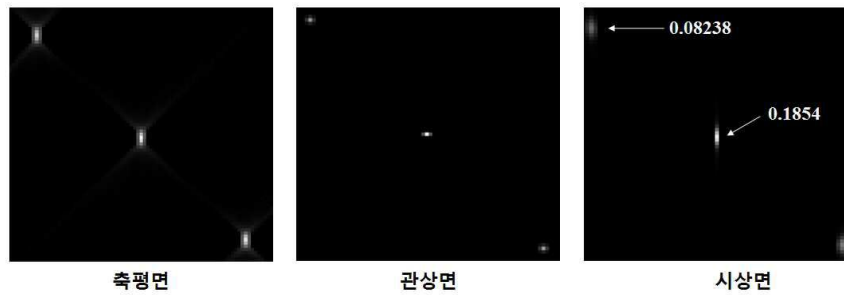
기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0082] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

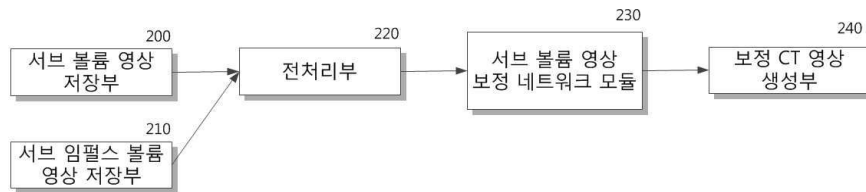
[0083] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

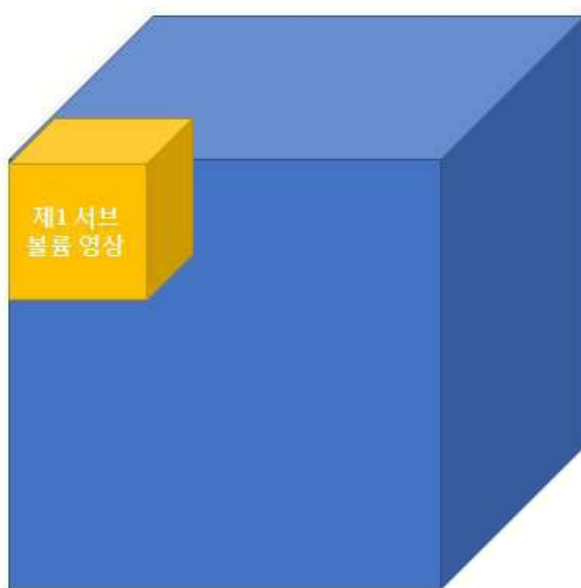
도면1



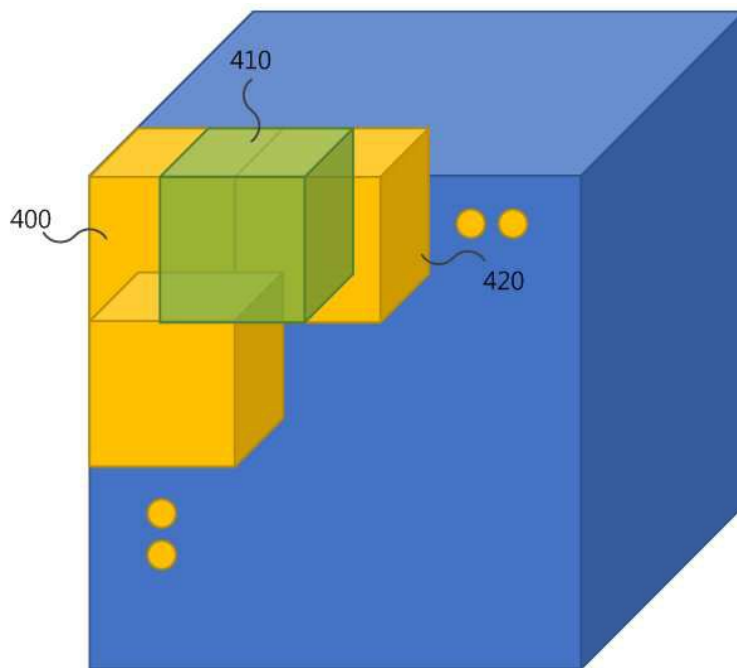
도면2



도면3



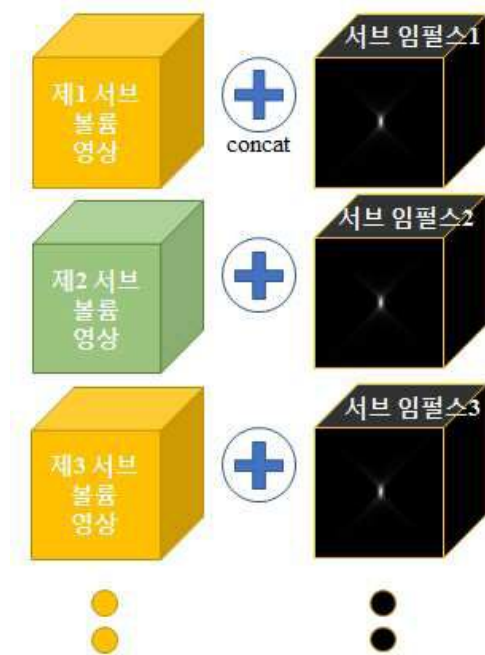
도면4



도면5



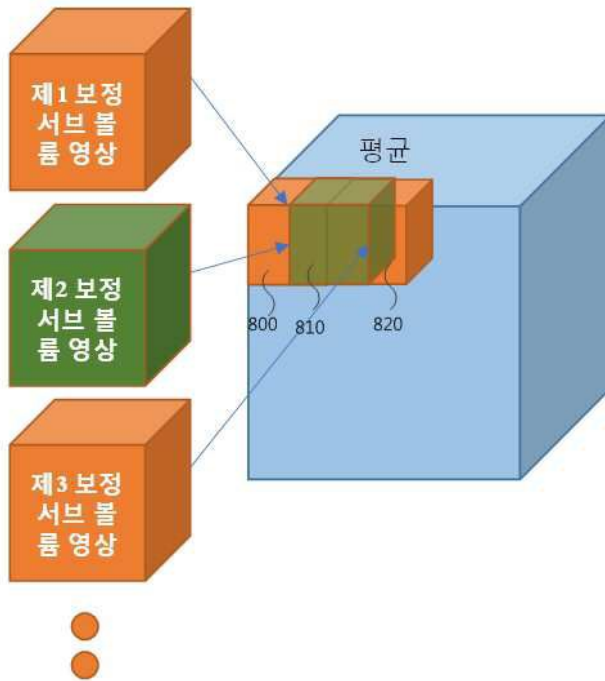
도면6



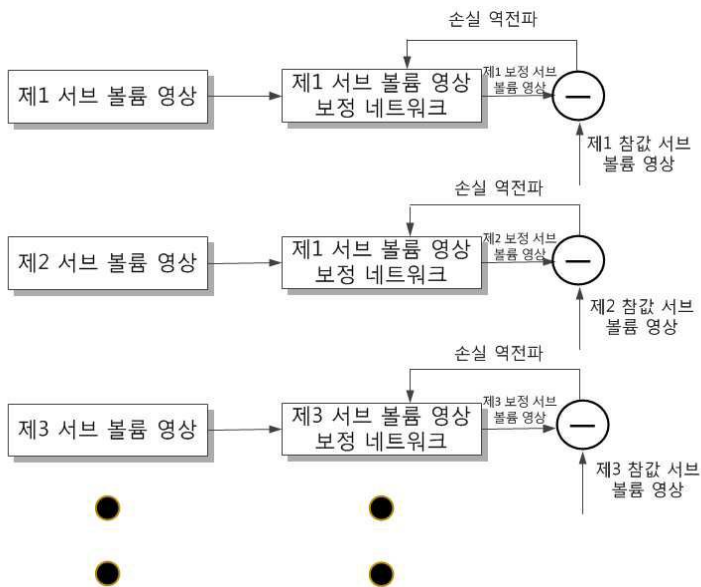
도면7



도면8



도면9



도면10

