



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0057450  
(43) 공개일자 2020년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 6/00 (2006.01) A61B 6/03 (2006.01)  
G06T 11/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
A61B 6/5205 (2013.01)  
A61B 6/032 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0141885

(22) 출원일자 2018년11월16일

심사청구일자 2018년11월16일

(71) 출원인  
한국원자력의학원  
서울특별시 노원구 노원로 75 (공릉동)

(72) 발명자  
우상근  
서울특별시 노원구 중계로8길 29, 102동 1309호  
(중계동, 한화꿈에그린아파트)

박지수  
서울특별시 동대문구 장한로10길 28, 803호 (장안  
동, 흥해오크팰리스)  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인메이저

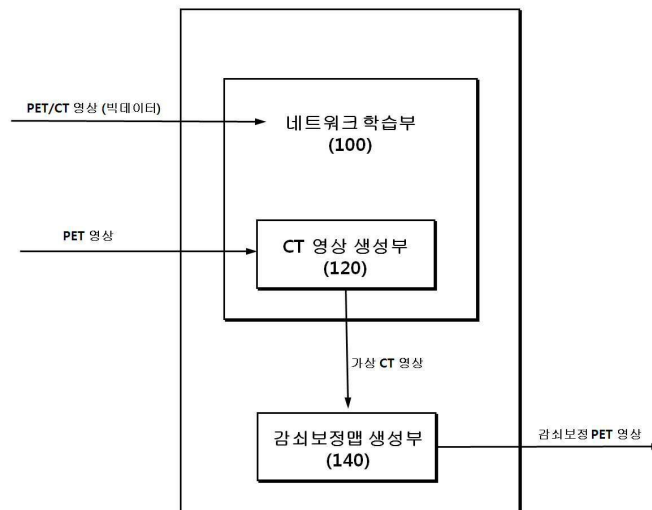
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법 및 시스템

(57) 요약

PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법 및 시스템이 개시된다. PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법은 (a) 네트워크 학습부가 PET/CT 데이터에 포함된 PET 영상과 CT 영상을 기반으로 머신러닝을 수행하는 단계; (b) CT 영상 생성부가 PET 영상을 수신하고, 상기 머신러닝 결과를 기반으로 상기 수신된 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성하는 단계; 및 (c) 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상으로부터 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**A61B 6/037** (2013.01)

**G06T 11/003** (2013.01)

**G06T 2207/10104** (2013.01)

(72) 발명자

**김옥**

경기도 성남시 분당구 미금로 184, 107동 403호 (구미동, 까치마을1단지대우아파트)

**변병현**

서울특별시 노원구 화랑로51길 17, 706동 305호 (공릉동, 화랑타운아파트)

**임일한**

서울특별시 노원구 한글비석로 91, 109동 1304호 (하계동, 하계1차청구아파트)

**임상무**

서울특별시 강남구 광평로19길 15, 108동 105호 (일원동, 목련타운아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711072769

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국원자력의학원

연구사업명 한국원자력의학원연구운영비지원

연구과제명 방사성동위원소 응용연구 인프라 구축 및 운영

기 여 율 6/10

주관기관 한국원자력의학원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711073158

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국원자력의학원

연구사업명 한국원자력의학원연구운영비지원

연구과제명 방사선종양의학중개연구(전립선암 알파 핵종 표적치료)

기 여 율 4/10

주관기관 한국원자력의학원

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법은,

- (a) 네트워크 학습부가 PET/CT 데이터에 포함된 PET 영상과 CT 영상을 기반으로 머신러닝을 수행하는 단계;
- (b) CT 영상 생성부가 PET 영상을 수신하고, 상기 머신러닝 결과를 기반으로 상기 수신된 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성하는 단계; 및
- (c) 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상으로부터 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 머신러닝은 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 기반으로 수행되고,

상기 cGAN 모델은 생성망과 판별망으로 구성되고,

상기 생성망은 상기 수신된 PET 영상을 상기 가상 CT 영상으로 전이시키기 위하여 모델을 학습하고,

상기 판별망은 CNN(Convolutional neural network) 구조 기반으로 상기 생성망으로부터 생성된 상기 가상 CT 영상과 실제 CT 영상을 비교하여 학습하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가상 CT 영상은 상기 수신된 PET 영상의 영상데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 생성되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

- (c1) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상의 복셀을 맞추어 에너지맵으로 변환하는 단계;
- (c2) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 변환된 에너지맵으로부터 상기 가상 CT 영상의 사이노그램을 획득하는 단계;
- (c2) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 수신된 PET 영상의 사이노그램을 획득하는 단계; 및
- (c4) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상의 사이노그램과 상기 수신된 PET 영상의 사이노그램을 곱하여 상기 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템은,

PET/CT 데이터에 포함된 PET 영상과 CT 영상을 기반으로 머신러닝을 수행하도록 구현되는 네트워크 학습부;

PET 영상을 수신하고, 상기 머신러닝 결과를 기반으로 상기 수신된 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성하는 CT 영상 생성부; 및

상기 가상 CT 영상으로부터 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 감쇠보정맵 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 머신러닝은 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 기반으로 수행되고,

상기 cGAN 모델은 생성망과 판별망으로 구성되고,

상기 생성망은 상기 수신된 PET 영상을 상기 가상 CT 영상으로 전이시키기 위한 모델을 학습하고,

상기 판별망은 CNN(Convolutional neural network) 구조 기반으로 생성망으로부터 생성된 상기 가상 CT 영상과 실제 CT 영상을 비교하여 학습하는 것을 특징으로 하는 시스템.

## 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 가상 CT 영상은 상기 수신된 PET 영상의 영상데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 생성되는 것을 특징으로 하는 방법.

## 청구항 8

제5항에 있어서,

상기 감쇠보정맵 생성부는, 상기 가상 CT 영상의 복셀을 맞추어 에너지맵으로 변환하고, 상기 변환된 에너지맵으로부터 상기 가상 CT 영상의 사이노그램을 획득하고, 상기 수신된 PET 영상으로부터 사이노그램을 획득하며, 상기 가상 CT 영상의 사이노그램과 상기 수신된 PET 영상의 사이노그램을 곱하여 상기 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 영상 처리에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법 및 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] PET(Positron Emission Tomography)/CT(Computed Tomography) 검사는 기능적 영상과 질환의 형태적 영상을 동시에 획득하여, 몸 속 조직들의 기능과 생화학적인 대사 상태를 검사하고 인체 내의 생리적 지표들을 정량적으로 측정할 수 있어 질병 진단, 치료 후 예후 판정, 치료 계획 등에 사용되며 PET 영상을 이용해 측정된 표준섭취계수(Standardized Uptake Value, SUV)는 질환의 상태를 평가하는데 유용하게 사용된다.

[0003] 예전의 PET 장비 영상에서는 감마선의 감쇠 정도가 체내 위치에 따라 콤프턴 산란에 의해 잡음이 유발되므로, 검출기 내 효율성의 차이 등을 해결하며 감쇠 보정맵을 얻기 위해 외부 감마선원을 이용하여 얻었다. 그러나 요즘은 CT 영상으로 대체함으로 스캔 시간이 단축되고 정확한 보정이 가능하게 되어 PET/CT 장비가 널리 이용된다.

[0004] 결국, PET/CT 시스템에서 CT 영상은 해부학적 정보와 PET 영상의 감쇠보정을 위하여 획득한다. 그러나 방사성 동위원소를 사용하여 기능정보를 획득하는 PET 영상의 방사선선량과 더불어 CT 영상의 방사선선량으로 인하여 환자에 대한 방사선피폭선량의 위험은 2배 이상으로 증가하게 된다. 신규 방사성의약품의 평가나 치료용 방사성의약품의 경우 여러 번의 PET 영상의 획득이 불가피하며 그에 따른 불필요한 CT 영상의 획득이 반복하여 수행되게 된다.

[0005] 이에 환자에 대한 불필요한 방사선 피폭선량을 줄이는 동시에, PET 영상으로부터 CT 영상을 획득하고 나아가 감쇠보정된 PET 영상을 획득하기 위한 시스템의 필요성이 대두된다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) KR 10-2007-0105300

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 측면은 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명의 다른 측면은 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법을 수행하는 시스템을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법은, (a) 네트워크 학습부가 PET/CT 데이터에 포함된 PET 영상과 CT 영상을 기반으로 머신러닝을 수행하는 단계; (b) CT 영상 생성부가 PET 영상을 수신하고, 상기 머신러닝 결과를 기반으로 상기 수신된 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성하는 단계; 및 (c) 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상으로부터 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 한편, 상기 머신러닝은 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 기반으로 수행되고, 상기 cGAN 모델은 생성망과 판별망으로 구성되고, 상기 생성망은 상기 수신된 PET 영상을 상기 가상 CT 영상으로 전이시키기 위하여 모델을 학습하고, 상기 판별망은 CNN(Convolutional neural network) 구조 기반으로 상기 생성망으로부터 생성된 상기 가상 CT 영상과 실제 CT 영상을 비교하여 학습할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 가상 CT 영상은 상기 수신된 PET 영상의 영상데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 생성될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 (c) 단계는, (c1) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상의 복셀을 맞추어 에너지맵으로 변환하는 단계; (c2) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 변환된 에너지맵으로부터 상기 가상 CT 영상의 사이노그램을 획득하는 단계; (c2) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 수신된 PET 영상의 사이노그램을 획득하는 단계; 및 (c4) 상기 감쇠보정맵 생성부가 상기 가상 CT 영상의 사이노그램과 상기 수신된 PET 영상의 사이노그램을 곱하여 상기 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 측면에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템은, PET/CT 데이터에 포함된 PET 영상과 CT 영상을 기반으로 머신러닝을 수행하도록 구현되는 네트워크 학습부; PET 영상을 수신하고, 상기 머신러닝 결과를 기반으로 상기 수신된 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성하는 CT 영상 생성부; 및 상기 가상 CT 영상으로부터 감쇠보정 PET 영상을 생성하는 감쇠보정맵 생성부를 포함할 수 있다.

[0014] 한편, 상기 머신러닝은 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 기반으로 수행되고, 상기 cGAN 모델은 생성망과 판별망으로 구성되고, 상기 생성망은 상기 수신된 PET 영상을 상기 가상 CT 영상으로 전이시키기 위한 모델을 학습하고, 상기 판별망은 CNN(Convolutional neural network) 구조 기반으로 생성망으로부터 생성된 상기 가상 CT 영상과 실제 CT 영상을 비교하여 학습할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 가상 CT 영상은 상기 수신된 PET 영상의 영상데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 생성될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 감쇠보정맵 생성부는, 상기 가상 CT 영상의 복셀을 맞추어 에너지맵으로 변환하고, 상기 변환된 에너지맵으로부터 상기 가상 CT 영상의 사이노그램을 획득하고, 상기 수신된 PET 영상으로부터 사이노그램을 획득하며, 상기 가상 CT 영상의 사이노그램과 상기 수신된 PET 영상의 사이노그램을 곱하여 상기 감쇠보정 PET 영상을 생성할 수 있다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법 및 시스템에서는 PET 영상만으로부터 머신러닝을 이용하여 CT 영상을 생성하고, 종양의 검출 및 약물치료평가를 위한 해부학적 정보와 감쇠보정된 PET 영상을 생성함으로써 CT에 의한 추가 피폭선량을 감소시킬 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템을 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 가상 CT 영상을 나타낸 개념도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 PET/CT 영상을 이용한 가상 CT 영상 생성을 나타낸 개념도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 감쇠보정맵 생성부의 감쇠보정 과정이 개시된다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법을 나타낸 순서도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조 부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0020] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0022] PET(Positron Emission Tomography)/CT(Computed Tomography) 시스템에서 CT 영상은 해부학적 정보와 PET 영상의 감쇠보정을 위하여 획득한다. 그러나 방사성동위원소를 사용하여 기능 정보를 획득하는 PET 영상의 방사선 선량과 더불어 CT 영상의 방사선 선량으로 인하여 환자에 대한 방사선 피폭 선량의 위험은 2배 이상으로 증가하게 된다. 신규 방사성 의약품의 평가나 치료용 방사성 의약품의 경우 여러 번의 PET 영상의 획득이 불가피하며 그에 따른 불필요한 CT 영상의 획득이 반복하여 수행되게 된다.
- [0023] 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 방법 및 시스템에서는 머신러닝 네트워크를 이용하여 PET 영상으로부터 CT 영상을 생성하고, 종양의 검출 및 약물치료평가를 위한 해부학적 정보와 감쇠보정 PET 영상을 생성함으로써 CT에 의한 추가 피폭선량을 감소시킬 수 있는 시스템이 개시된다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템은 네트워크 학습부(network learning unit)(100), CT 영상 생성부(CT image generation unit)(120) 및 감쇠보정맵 생성부(Attenuation correction map generation unit)(140)를 포함할 수 있다.
- [0027] 네트워크 학습부(100)는 PET 영상과 CT 영상이 포함된 PET/CT 데이터를 빅데이터로 취합하여 머신러닝을 수행한다. 네트워크 학습부(100)는 머신러닝을 통해 PET 영상으로부터 가상의 CT 영상을 획득하기 위해, 딥 러닝의 기반의 영상 변환 모델인 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 사용하여 영상 전이를 수행할 수 있다.
- [0028] cGAN 모델은 생성망(generator)과 판별망(discriminator)으로 구성되며, 생성망은 U-net 구조 기반으로 PET 영상을 가상 CT 영상으로 전이시키기 위하여 모델을 학습하고, 판별망은 CNN(Convolutional neural network) 구

조 기반으로 생성망로부터 생성된 가상 CT 영상과 실제 CT 영상과 비교하기 위하여 학습한다.

- [0029] 생성망은 판별망의 정확도를 향상시키기 위하여 보다 정교한 가상 CT 영상을 PET/CT 영상으로부터 학습하며, 판별망은 기존의 PET/CT 영상과 가상 CT 영상과 PET 영상을 이용하여 실제 CT 영상을 가상 CT 영상으로부터 더 잘 구분할 수 있도록 학습하여 경쟁학습(adversarial learning)을 통해 학습의 평형(equilibrium) 상태에 이르게 된다.
- [0030] CT 영상 생성부(120)는 학습된 네트워크 학습부의 생성망을 이용하여 PET 영상 데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 입력된 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성할 수 있다.
- [0031] 감쇠보정맵 생성부(140)는 CT 영상 생성부에서 PET 영상을 기반으로 생성된 가상 CT 영상의 복셀을 맞추어 에너지맵으로 변환하고, 전방 투시법(forward projection)을 이용하여 사이노그램으로 변환한후 PET 영상의 사이노그램과 곱하여 감쇠보정 PET 영상을 생성할 수 있다.
- [0032] 이러한 방법을 통해 PET 영상에 기반한 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템은 추가 피폭선량 없이 기능 영상 정보를 이용하여 해부학적 정보를 제공할 수 있다. 생성된 CT 영상을 이용해 조영된 지연기 CT 영상을 생성하여 인체내 조영제 위험 요소 또한 해결할 수 있을 것으로 기대되며, 신약 치료평가 도구로도 이용 가능하다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠보정 PET 영상 생성 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 2에서는 PET/CT 데이터 이미지에 대한 머신 러닝을 통해 PET 영상으로부터 가상 CT 영상 및 감쇠보정된 PET 영상 이미지를 생성하기 위한 방법이 개시된다.
- [0036] 도 2를 참조하면, PET/CT 이미지(200)는 리사이징(resizing) 및 리스케일링(rescaling)을 거친 후 네트워크 학습부(210)로 입력될 수 있다. 이러한 PET/CT 이미지는 다수의 다양한 데이터들이 빅데이터로 네트워크 학습부(210)로 입력된다.
- [0037] 전술한 바와 같이 네트워크 학습부(210)는 PET 영상으로부터 가상의 CT 영상을 획득하기 위해 딥 러닝의 기반의 영상 변환 모델인 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 사용하여 영상 전이를 수행할 수 있다.
- [0038] cGAN 모델은 생성망(generator)(220)과 판별망(discriminator)(230)으로 구성되며, 생성망(220)은 U-net 구조 기반으로 PET 영상을 가상 CT 영상으로 전이시키기 위하여 모델을 학습하고, 판별망(230)은 CNN(Convolutional neural network) 구조 기반으로 생성망(220)로부터 생성된 가상 CT 영상과 실제 CT 영상과 비교하기 위하여 학습한다.
- [0039] 생성망(220)은 판별망(230)의 정확도를 향상시키기 위하여 보다 정교한 가상CT 영상을 PET/CT 이미지의 빅데이터로 학습하며, 판별망(230)은 기존의 PET/CT 데이터 영상과 가상 CT 영상과 PET 영상을 이용하여 실제 CT 영상을 가상 CT 영상으로부터 더 잘 구분할 수 있도록 학습하여 경쟁학습(adversarial learning)을 통해 학습의 평형(equilibrium) 상태에 이를 수 있다.
- [0040] 또한, 전술한 바와 같이 CT 영상 생성부는 PET 영상(240)이 입력되는 경우, 학습된 네트워크 학습부의 생성망을 이용하여 PET 영상데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 가상 CT 영상(250)을 생성한다.
- [0041] 또한, 감쇠보정맵 생성부는 CT 영상 생성부에서 PET 영상(240)을 기반으로 생성된 가상 CT 영상(250)의 복셀을 맞추어 에너지맵으로 변환하고, 전방 투시법(forward projection)을 이용하여 에너지맵을 사이노그램으로 변환한다. 그리고 나서 가상 CT 영상의 에너지맵으로부터 변환된 사이노그램과 PET 영상(240)의 사이노그램을 서로 곱하고 해당 데이터를 재구성하여 감쇠보정 PET 영상(260)을 생성할 수 있다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 가상 CT 영상을 나타낸 개념도이다.
- [0044] 도 3에서는 PET 영상을 기반으로 가상 CT 영상을 생성하는 과정이 개시된다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 심장(heart)과 간(liver)에 대한 PET 영상을 기반으로 가상 CT 영상이 생성될 수 있다.

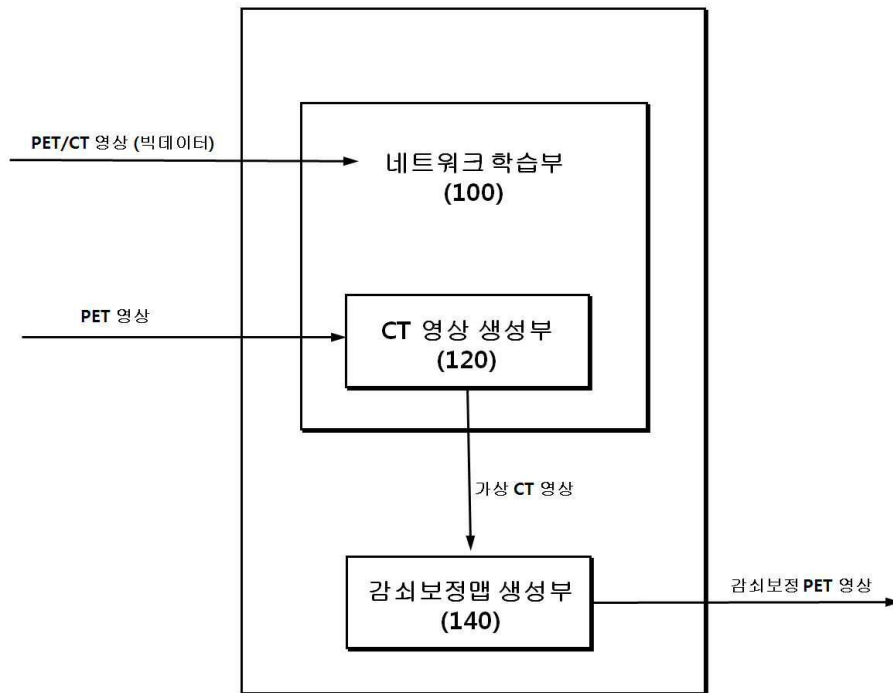
- [0046] 진술한 바와 같이 PET/CT 영상을 입력으로 학습된 네트워크 학습부의 생성망을 이용하여 PET 영상 데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 가상CT 영상이 생성될 수 있다.
- [0047] 네트워크 학습부는 PET 영상으로부터 가상의 CT 영상을 획득하기 위해 딥 러닝의 기반의 영상 변환 모델인 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 사용할 수 있다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 PET/CT 영상을 이용한 가상CT 영상 생성을 나타낸 개념도이다.
- [0050] 도 4에서는 PET/CT 데이터를 기반으로 가상CT 영상을 생성하는 과정이 개시된다.
- [0051] 도 4를 참조하면, 심장(heart)과 간(liver)에 대한 CT 영상 및 PET 영상을 기반으로 가상 CT 영상이 생성될 수 있다.
- [0052] 마찬가지로, PET/CT 데이터로 학습된 네트워크 학습부의 생성망을 이용하여 PET 영상데이터 분포를 가상의 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 가상 CT 영상이 생성될 수 있다. 네트워크 학습부는 PET 영상을 통해 가상의 CT 영상을 획득하기 위해 딥 러닝의 기반의 영상 변환 모델인 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델을 사용할 수 있다.
- [0054] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 감쇠보정맵 생성부의 감쇠보정 과정이 개시된다.
- [0055] 도 5A에는 CT 영상의 HU(Hounsfield Units) 값과 선형감쇠계수(linear attenuation coefficient) 값 간의 관계가 개시되고, 도 5B에는 감쇠계수맵이 개시되고, 도 5C에는 감쇠보정된 PET 영상이 개시되며, 도 5D에는 전방투시된 사이노그램이 개시된다.
- [0056] 감쇠보정맵 생성부(140)는 CT 영상 생성부(120)를 통해 생성된 가상 CT 영상의 복셀 값을 기초로 가상 CT 영상의 에너지맵을 획득할 수 있다. 일반적으로 CT 영상은 -1000과 1000 사이의 Hounsfield unit(HU) 값을 가지는데, -1000은 공기(air)로 구성된 물질을 지날 때 해당 값을 나타내고, 1000 이상의 값은 뼈와 같은 물질을 지날 때 해당 값을 나타낸다. 또한, 체내의 연조직(soft tissue)은 0에서 100 HU 값을 나타낸다. 이러한 원리를 바탕으로 감쇠보정맵 생성부(140)는 생성된 가상 CT 영상의 각 복셀에서 HU(Hounsfield Units) 값과 선형감쇠계수(linear attenuation coefficient) 값 간의 관계로부터 PET 영상과 상응하는 물질의 밀도 정보를 나타내는 선형감쇠계수와 관련된 에너지맵을 생성할 수 있다.
- [0057] CT 영상을 재구성할 수 있는 사이노그램 정보는 CT 영상 획득 시 얻어지는 X선이 물질을 투과하면서 흡수되는 비율에 관한 정보를 제공한다. 이러한 정보를 바탕으로 라돈 변환(Radon Transformation)을 이용하면 CT 영상을 얻을 수 있는데, 이 과정을 역으로 진행하면 에너지맵을 통해서 사이노그램 정보를 얻을 수 있다.
- [0058] 감쇠보정맵 생성부(140)는 가상 CT 영상의 에너지맵으로부터 가상 CT 영상의 사이노그램을 획득하고, 이와 동시에 PET 영상으로부터 PET 영상의 사이노그램을 획득한다.
- [0059] 그리고 나서, 감쇠보정맵 생성부(140)는 가상 CT 영상의 사이노그램과 PET 영상의 사이노그램을 곱하고 이를 재구성하여 최종적으로 감쇠보정 PET 영상을 획득한다.
- [0061] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 PET 영상에 기반한 가상 CT 영상 및 감쇠 보정 PET 영상 생성 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 네트워크 학습부(100)는 PET 영상과 CT 영상을 포함하는 PET/CT 데이터를 기반으로 머신러닝을 수행한다(단계 S600).
- [0063] PET 영상으로부터 가상의 CT 영상을 획득하기 위해 딥 러닝의 기반의 영상 변환 모델인 cGAN(conditional Generative Adversarial Network) 모델이 사용되어 영상 전이가 수행될 수 있다.
- [0064] 학습을 위해 cGAN 모델의 생성망은 U-net 구조 기반으로 PET 영상을 가상 CT 영상으로 전이시키기 위하여 모델을 학습하고, 판별망은 CNN(Convolutional neural network) 구조 기반으로 생성망로부터 생성된 가상 CT 영상과 실제 CT 영상과 비교하기 위하여 학습할 수 있다.
- [0065] 생성망은 판별망의 정확도를 향상시키기 위하여 보다 정교한 가상 CT 영상을 PET/CT 데이터로 학습하며, 판별망

은 기존의 PET/CT 영상과 가상CT 영상과 PET 영상을 이용하여 실제 CT 영상을 가상CT 영상으로부터 더 잘 구분할 수 있도록 학습할 수 있다.

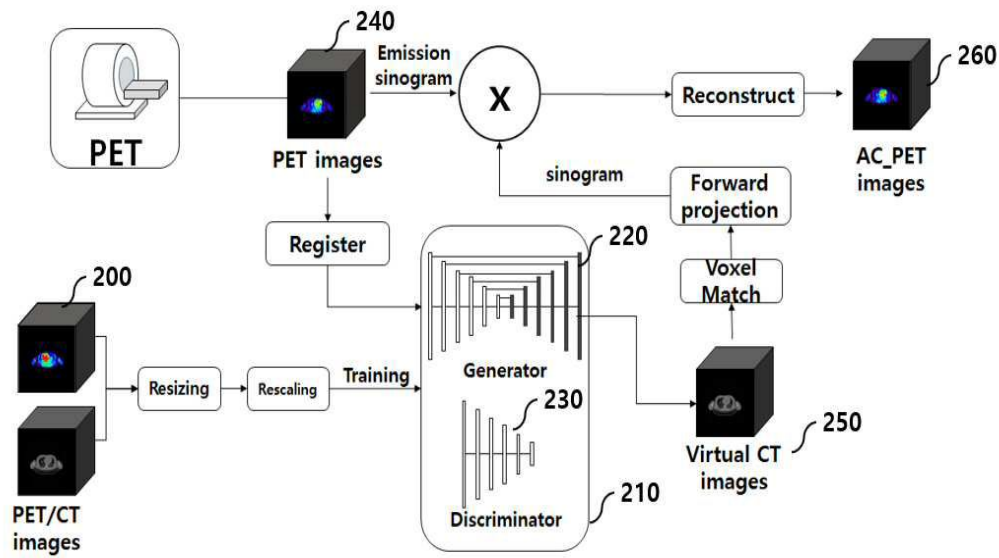
- [0066] CT 영상 생성부(120)는 학습 결과를 기반으로 PET 영상으로부터 가상 CT 영상을 생성한다(단계 S610).
- [0067] PET 영상을 입력으로 학습된 네트워크 학습부의 생성망을 이용하여 PET 영상데이터 분포를 가상 CT 영상 데이터 분포로 매핑하여 가상 CT 영상이 생성될 수 있다.
- [0068] 감쇠보정맵 생성부(140)는 감쇠보정 PET 영상을 생성한다(단계 S620).
- [0069] PET 영상을 기반으로 생성된 가상 CT 영상의 복셀을 맞추어 가상 CT 영상의 에너지맵으로 변환하고 전방 투시법(forward projection)을 이용하여 사이노그램으로 변환한 후, 가상 CT 영상의 사이노그램과 PET 영상의 사이노그램을 곱하고 재구성하여 감쇠보정된 PET 영상을 생성할 수 있다.
- [0071] 도 7은 감쇠보정 PET 영상 생성 단계를 나타낸 순서도이다.
- [0072] 감쇠보정맵 생성부(140)는 CT 영상 생성부(120)를 통해 생성된 가상 CT 영상의 복셀 값을 기초로 가상 CT 영상의 에너지맵을 획득한다(S700).
- [0073] 그리고 나서, 감쇠보정맵 생성부(140)는 가상 CT 영상의 에너지맵으로부터 가상 CT 영상의 사이노그램을 획득한다(S710). 이와 동시에 감쇠보정맵 생성부(140)는 PET 영상으로부터 PET 영상의 사이노그램을 획득한다(S720).
- [0074] 그리고 나서, 감쇠보정맵 생성부(140)는 가상 CT 영상의 사이노그램과 PET 영상의 사이노그램을 곱하고 이를 재구성하여 최종적으로 감쇠보정 PET 영상을 획득한다(S730).
- [0076] 진술한 방법은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0077] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0078] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0079] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0080] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

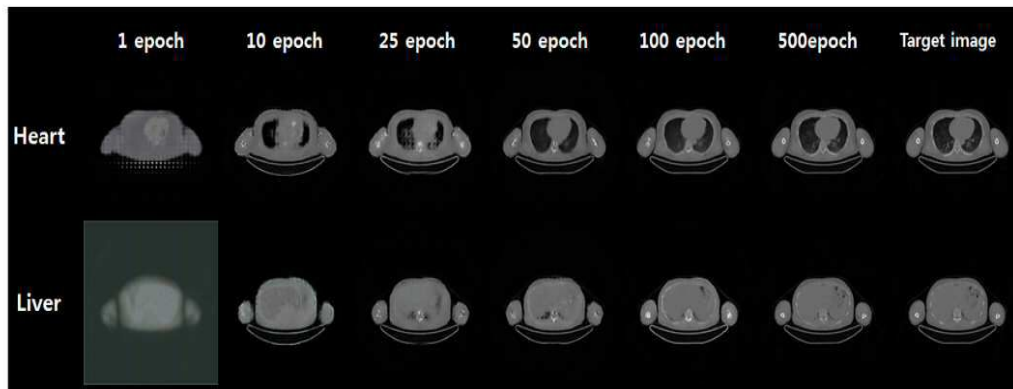
도면1



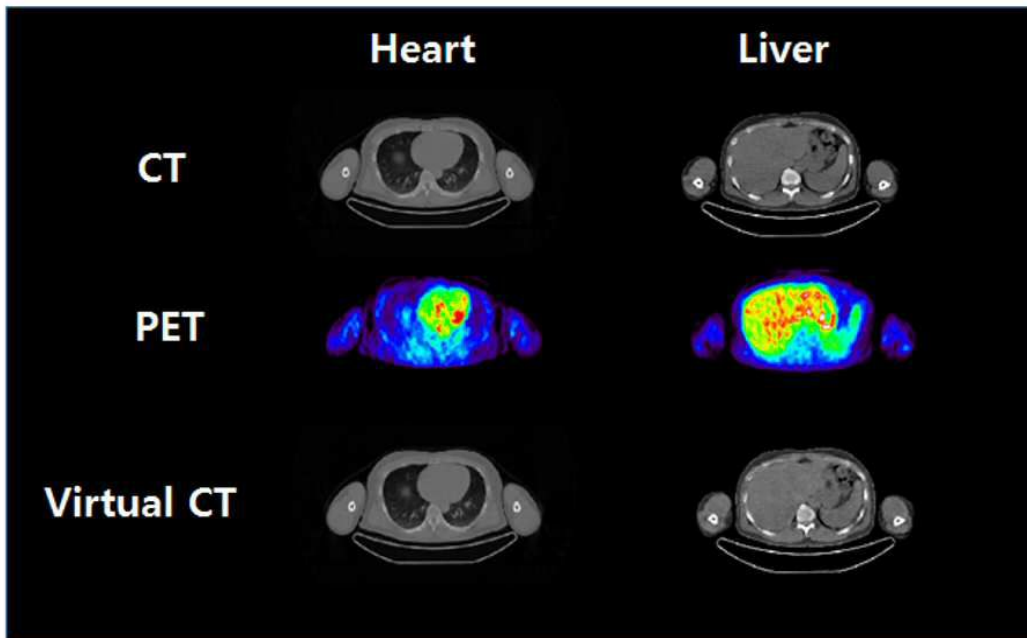
도면2



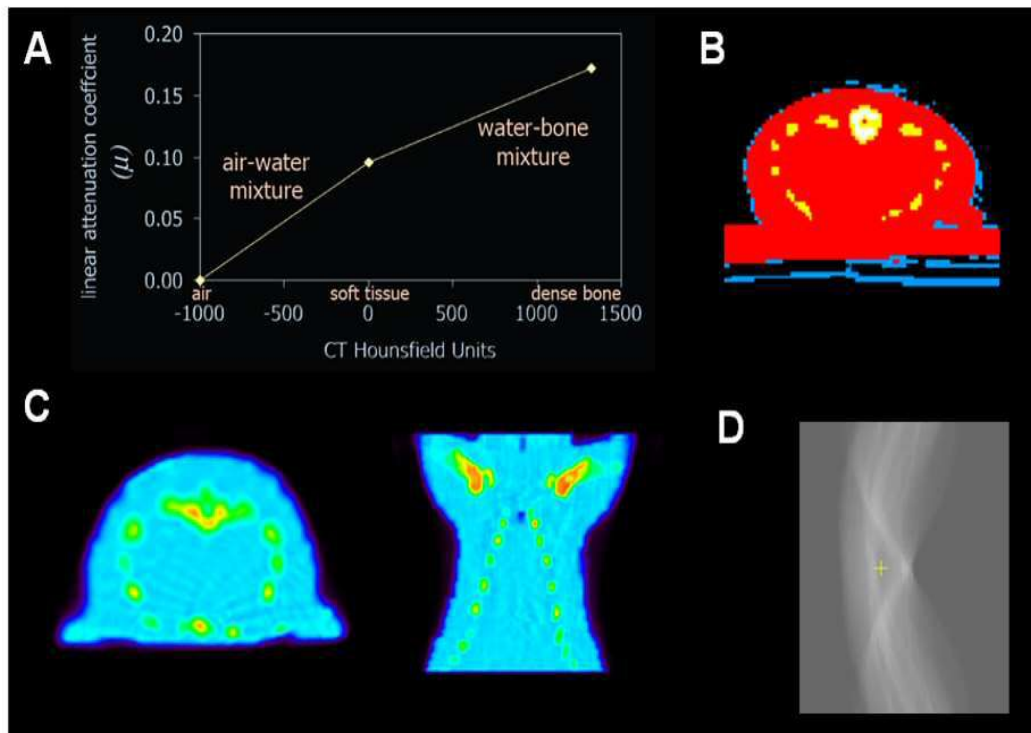
도면3



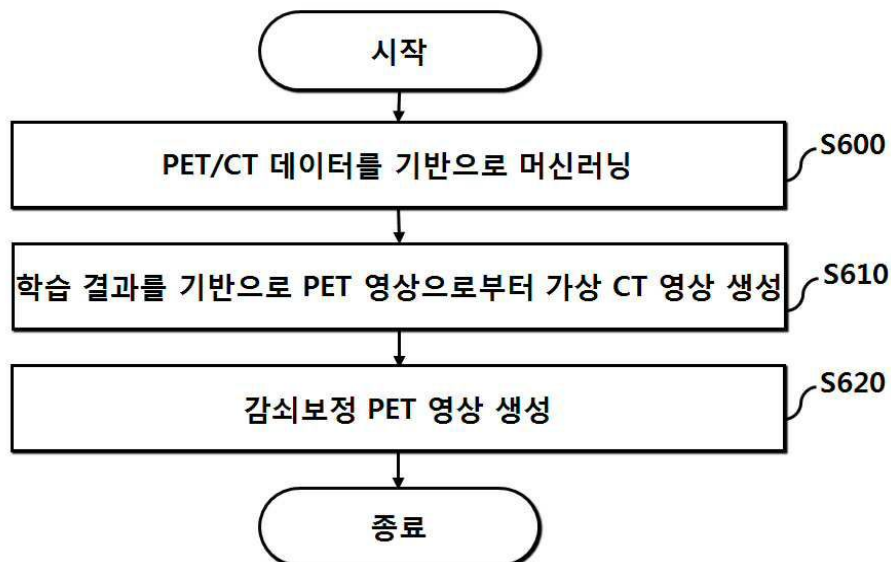
도면4



도면5



도면6



도면7

