(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 9 월 21 일 (21.09.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/177151 A1

(51) 국제특허분류:
G16H 30/40 (2018.01) *G06T 5/00* (2006.01)
G16H 30/20 (2018.01) *G06N 3/045* (2023.01)
G06T 3/00 (2006.01) *A61B 5/055* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2023/003237

(22) 국제출원일: 2023 년 3 월 9 일 (09.03.2023)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2022-0033280 2022 년 3 월 17 일 (17.03.2022) KR

(71) 출원인: 주식회사 에어스 메디컬 (**AIRS MEDICAL INC.**) [KR/KR]; 08788 서울특별시 강남구 테헤란로 223, 13층, Seoul (KR). 가톨릭대학교 산학협력단 (**THE CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 06591 서울특별시 서초구 반포대로 222, Seoul (KR).

(72) 발명자: 정우진 (**JUNG, Woojin**); 05555 서울특별시 송파구 잠실로 62, 317동 2104호, Seoul (KR). 김현지 (**KIM, Hyungi**); 03701 서울특별시 서대문구 연희로11길 107, Seoul (KR). 김지영 (**KIM, Jeeyoung**); 03300 서울특별시 은평구 진관3로 11, 511호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 비트보드 특허법인 (**BEATBOARD IP LAW FIRM**); 06267 서울특별시 강남구 남부순환로 2621, 1201호, Seoul (KR).

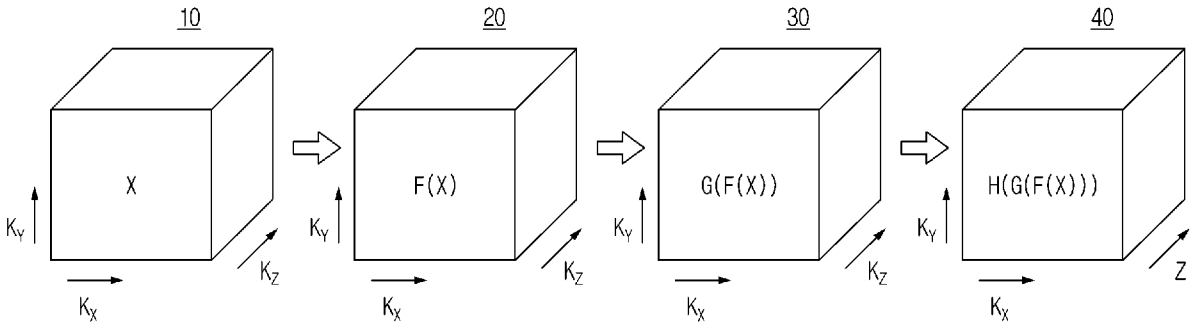
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) **Title:** METHOD, PROGRAM, AND APPARATUS FOR PROCESSING 3-DIMENSIONAL MEDICAL DATA

(54) **발명의 명칭:** 3차원 의료 데이터의 처리 방법, 프로그램 및 장치



(57) **Abstract:** Disclosed are a method, program, and apparatus for processing 3-dimensional medical data, the method being performed by a computing device, according to an embodiment of the present disclosure. The method may comprise the steps of: generating 3-dimensional second k-space data by reconstructing 3-dimensional first k-space data generated through accelerated imaging or accelerated simulation; and generating 3-dimensional third k-space data having a characteristic of an image domain in a first channel, on the basis of an operation on the first channel of the second k-space data.

(57) **요약서:** 본 개시의 일 실시예에 따라 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 3 차원 의료 데이터의 처리 방법, 프로그램 및 장치가 개시된다. 상기 방법은, 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션(simulation) 을 통해 생성된 3 차원의 제 1 케이-스페이스(k-space) 데이터를 복원하여, 3 차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계; 및 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널(channel) 에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인(domain) 의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

WO 2023/177151 A1

명세서

발명의 명칭: 3차원 의료 데이터의 처리 방법, 프로그램 및 장치

기술분야

[1] 본 개시의 내용은 데이터 처리 기술에 관한 것으로, 구체적으로 신경망 모델의 2차원 입력 데이터를 생성하기 위한 3차원 의료 데이터의 처리 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 자기 공명 영상(MRI: magnetic resonance imaging) 장치는 촬영 시간이 상당히 요구되는 장비이다. 따라서, 의료 업계에서 자기 공명 영상의 촬영 시간을 단축시키기 위한 가속화 촬영 기술은 매우 중요한 부분을 차지하고 있고, 계속된 발전을 해오고 있다. 자기 공명 영상의 가속화 촬영은, 자기 공명 영상이 사람이 보는 이미지 도메인(domain)이 아닌 신호 도메인, 이른바 케이-스페이스(k-space)라는 도메인에서 데이터가 획득이 된다는 것이 전제가 된다. 이때, 이미지 도메인과 케이-스페이스는 푸리에 변환(fourier transform)이라는 연산을 통해 연결이 될 수 있다.

[4] 최근에는 인공지능을 기반으로 하는 자기 공명 영상의 가속화 기술들이 많이 나오고 있다. 가장 기본적인 인공지능 모델의 학습 방식은 가속화 된 이미지 도메인의 영상을 입력으로, 가속화 하지 않은 이미지 도메인 영상을 출력으로 학습하는 방식이다. 그러나, 이미지 도메인의 영상은 데이터 처리 과정에서 정보가 압축이 되기 때문에, 인공지능 모델의 성능이 제한적일 수 밖에 없다. 이를 극복하기 위해, 이미지 도메인 기반의 모델이 아닌, 케이-스페이스 기반의 인공지능 모델이 나타나게 되었고, 현재 가장 성능이 우수하다 여겨지는 자기 공명 영상의 가속화 인공지능 모델들은 모두 케이-스페이스 기반의 모델로 이루어져 있다.

[5] 다만, 이러한 모델들의 구조는 모두 2차원 데이터를 기준으로 개발이 되어있기 때문에, 3차원 데이터를 이러한 모델들에 적용하기 위해서는 모델의 확장이 필요하다. 그런데, 3차원 데이터로의 확장을 위해서는, 네트워크의 용량이 너무 커져서 현재 지원하는 컴퓨터 하드웨어의 한계를 초과할 수 밖에 없다. 따라서, 3차원 데이터로의 확장을 위한 모델의 학습이 불가능한 상황이다.

[6]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 본 개시는 전술한 배경기술에 대응하여 안출된 것으로, 3차원 케이-스페이스 데이터를 2차원 데이터로 변환 및 압축하는 과정을 통해, 2차원 케이-스페이스 기반의 인공지능 모델에 대한 가속화 성능 향상을 도모할 수 있는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[8] 다만, 본 개시에서 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재를 근거로 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[9]

과제 해결 수단

[10] 전술한 바와 같은 과제를 실현하기 위한 본 개시의 일 실시예에 따라 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 3차원 데이터의 처리 방법이 개시된다. 상기 방법은, 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션(simulation)을 통해 생성된 3차원의 제 1 케이-스페이스(k-space) 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계; 및 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널(channel)에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인(domain)의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[11] 대안적으로, 상기 가속화 시뮬레이션은, 3차원의 케이-스페이스 데이터를 언더 샘플링(under sampling)하는 연산을 포함할 수 있다.

[12] 대안적으로, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는, 상기 제 1 케이-스페이스 데이터에 병렬 영상 기법을 적용하여, 상기 제 2 스페이스 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[13] 대안적으로, 상기 병렬 영상 기법은, 상기 제 1 케이-스페이스 데이터의 자동 보정 신호(ACS: autocalibrating signal) 라인의 고유 벡터 분해(eigenvector decomposition)를 기초로, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 기법을 포함할 수 있다.

[14] 대안적으로, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 상기 제 1 채널에 대한 푸리에 변환(fourier transform)을 기초로, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[15] 대안적으로, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는, 제 1 신경망 모델을 사용하여, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 상기 제 1 채널의 특징 값을 기초로, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[16] 대안적으로, 상기 제 1 채널은, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 Z축 방향에 대응될 수 있다.

[17] 대안적으로, 상기 방법은, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 기초로, 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[18] 대안적으로, 상기 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널을 기준으로 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 슬라이싱(slicing)함으로써, 상기 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[19] 대안적으로, 상기 방법은, 제 2 신경망 모델을 사용하여, 상기 제 4 케이-스페이스 데이터를 기초로 이미지 데이터를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[20] 전술한 바와 같은 과제를 실현하기 위한 본 개시의 일 실시예에 따라 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램(program)이 개시된다. 상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 프로세서(processor)에서 실행되는 경우, 3차원 데이터를 처리하기 위한 동작들을 수행하도록 한다. 이때, 상기 동작들은, 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원의 제 1 케이-스페이스 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 동작; 및 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 동작을 포함할 수 있다.

[21] 전술한 바와 같은 과제를 실현하기 위한 본 개시의 일 실시예에 따라 3차원 의료 데이터를 처리하기 위한 컴퓨팅 장치가 개시된다. 상기 장치는, 적어도 하나의 코어(core)를 포함하는 프로세서; 상기 프로세서에서 실행 가능한 프로그램 코드(code)들을 포함하는 메모리(memory); 및 의료 데이터를 수신하기 위한 네트워크부(network unit)를 포함할 수 있다. 이때, 상기 프로세서는, 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원의 제 1 케이-스페이스 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하고, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다.

[22]

발명의 효과

[23] 본 개시는 3차원 케이-스페이스 데이터를 2차원 데이터로 변환 및 압축하는 과정을 통해, 2차원 케이-스페이스 기반의 인공지능 모델에 대한 가속화 성능 향상을 도모할 수 있는 방법을 제공할 수 있다.

[24]

도면의 간단한 설명

[25] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 블록 구성도이다.

[26] 도 2는 본 개시의 일 실시예에 따른 3차원 의료 데이터의 처리 과정을 나타낸 개념도이다.

[27] 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 3차원 의료 데이터의 처리 과정을 나타낸 개념도이다.

[28] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 3차원 의료 데이터의 처리 방법을 나타낸 순서도이다.

[29]

발명의 실시를 위한 형태

[30] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 개시의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, 당업자)가 용이하게 실시할 수 있도록 본 개시의 실시예가 상세히 설명된다. 본 개시에서 제시된 실시예들은 당업자가 본 개시의 내용을 이용하거

나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 따라서, 본 개시의 실시예들에 대한 다양한 변형들은 당업자에게 명백할 것이다. 즉, 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 이하의 실시예에 한정되지 않는다.

[31] 본 개시의 명세서 전체에 걸쳐 동일하거나 유사한 도면 부호는 동일하거나 유사한 구성요소를 지칭한다. 또한, 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서, 도면에서 본 개시에 대한 설명과 관계없는 부분의 도면 부호는 생략될 수 있다.

[32] 본 개시에서 사용되는 "또는" 이라는 용어는 배타적 "또는" 이 아니라 내포적 "또는" 을 의미하는 것으로 의도된다. 즉, 본 개시에서 달리 특정되지 않거나 문맥상 그 의미가 명확하지 않은 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다"는 자연적인 내포적 치환 중 하나를 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 개시에서 달리 특정되지 않거나 문맥상 그 의미가 명확하지 않은 경우, "X는 A 또는 B를 이용한다" 는 X가 A를 이용하거나, X가 B를 이용하거나, 혹은 X가 A 및 B 모두를 이용하는 경우 중 어느 하나로 해석될 수 있다.

[33] 본 개시에서 사용되는 "및/또는" 이라는 용어는 열거된 관련 개념들 중 하나 이상의 개념의 가능한 모든 조합을 지칭하고 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[34] 본 개시에서 사용되는 "포함한다" 및/또는 "포함하는" 이라는 용어는, 특정 특징 및/또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 다만, "포함한다" 및/또는 "포함하는" 이라는 용어는, 하나 이상의 다른 특징, 다른 구성요소 및/또는 이들에 대한 조합의 존재 또는 추가를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[35] 본 개시에서 달리 특정되지 않거나 단수 형태를 지시하는 것으로 문맥상 명확하지 않은 경우에, 단수는 일반적으로 "하나 또는 그 이상" 을 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[36] 본 개시에서 사용되는 "제 N(N은 자연수)" 이라는 용어는 본 개시의 구성요소들을 기능적 관점, 구조적 관점, 혹은 설명의 편의 등 소정의 기준에 따라 상호 구별하기 위해 사용되는 표현으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 본 개시에서 서로 다른 기능적 역할을 수행하는 구성요소들은 제 1 구성요소 혹은 제 2 구성요소로 구별될 수 있다. 다만, 본 개시의 기술적 사상 내에서 실질적으로 동일하나 설명의 편의를 위해 구분되어야 하는 구성요소들도 제 1 구성요소 혹은 제 2 구성요소로 구별될 수도 있다.

[37] 한편, 본 개시에서 사용되는 용어 "모듈(module)", 또는 "부(unit)" 는 컴퓨터 관련 엔티티(entity), 펌웨어(firmware), 소프트웨어(software) 혹은 그 일부, 하드웨어(hardware) 혹은 그 일부, 소프트웨어와 하드웨어의 조합 등과 같이 컴퓨팅 자원을 처리하는 독립적인 기능 단위를 지칭하는 용어로 이해될 수 있다. 이때, "모듈", 또는 "부"는 단일 요소로 구성된 단위일 수도 있고, 복수의 요소들의 조합 혹은 집합으로 표현되는 단위일 수도 있다. 예를 들어, 협의의 개념으로서 "모듈", 또는 "부"는 컴퓨팅 장치의 하드웨어 요소 또는 그 집합, 소프트웨어의 특정 기능을 수행하는 응용 프로그램, 소프트웨어 실행을 통해 구현되는 처리 과정

(procedure), 또는 프로그램 실행을 위한 명령어 집합 등을 지칭할 수 있다. 또한, 광의의 개념으로서 "모듈", 또는 "부"는 시스템을 구성하는 컴퓨팅 장치 그 자체, 또는 컴퓨팅 장치에서 실행되는 애플리케이션 등을 지칭할 수 있다. 다만, 상술한 개념은 하나의 예시일 뿐이므로, "모듈", 또는 "부"의 개념은 본 개시의 내용을 기초로 당업자가 이해 가능한 범주에서 다양하게 정의될 수 있다.

[38] 본 개시에서 사용되는 "모델(model)" 이라는 용어는 특정 문제를 해결하기 위해 수학적 개념과 언어를 사용하여 구현되는 시스템, 특정 문제를 해결하기 위한 소프트웨어 단위의 집합, 혹은 특정 문제를 해결하기 위한 처리 과정에 관한 추상화 모형으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 신경망(neural network) "모델" 은 학습을 통해 문제 해결 능력을 갖는 신경망으로 구현되는 시스템 전반을 지칭할 수 있다. 이때, 신경망은 노드(node) 혹은 뉴런(neuron)을 연결하는 파라미터(parameter)를 학습을 통해 최적화하여 문제 해결 능력을 가질 수 있다. 신경망 "모델" 은 단일 신경망을 포함할 수도 있고, 복수의 신경망들이 조합된 신경망 집합을 포함할 수도 있다.

[39] 본 개시에서 사용되는 "영상" 이라는 용어는 이산적 이미지 요소들로 구성된 다차원 데이터를 지칭할 수 있다. 다시 말해, "영상"은 사람의 눈으로 볼 수 있는 대상의 디지털 표현물을 지칭하는 용어로 이해될 수 있다. 예를 들어, "영상" 은 2차원 이미지에서 픽셀에 해당하는 요소들로 구성된 다차원 데이터를 지칭할 수 있다. "영상"은 3차원 이미지에서 복셀에 해당하는 요소들로 구성된 다차원 데이터를 지칭할 수 있다.

[40] 본 개시에서 사용되는 "의료 영상 저장 전송 시스템(PACS: picture archiving and communication system)" 이라는 용어는 의료용 디지털 영상 및 통신(DICOM: digital imaging and communications in medicine) 표준에 맞게 의료 영상을 저장, 가공, 및 전송하는 시스템을 지칭할 수 있다. 예를 들어, "의료 영상 저장 전송 시스템" 은 디지털 의료 영상 촬영 장비와 연동되어 자기 공명 영상(MRI: magnetic resonance imaging), 컴퓨터 단층 촬영(CT: computed tomography) 영상 등과 같은 의료 영상을 의료용 디지털 영상 및 통신 표준에 맞춰 저장할 수 있다. "의료 영상 저장 전송 시스템" 은 통신 네트워크를 통해 병원 내외의 단말로 의료 영상을 전송할 수 있다. 이때, 의료 영상에는 판독 결과 및 진료 기록 등과 같은 메타(meta) 정보가 추가될 수 있다.

[41] 본 개시에서 사용되는 "케이-스페이스(k-space)" 라는 용어는 자기 공명 영상의 공간 주파수를 나타내는 숫자의 배열로 이해될 수 있다. 다시 말해서, "케이-스페이스" 는 자기 공명 공간 좌표에 해당하는 3차원 공간에 대응되는 주파수 공간으로 이해될 수 있다.

[42] 본 개시에서 사용되는 "푸리에 변환(fourier transform)" 이라는 용어는 시간 영역과 주파수 영역의 연관성을 설명할 수 있게 하는 연산 매개체로 이해될 수 있다. 다시 말해, 본 개시에서 사용되는 "푸리에 변환" 은 시간 영역과 주파수 영역의 상호 변환을 위한 연산 과정을 나타내는 광의의 개념으로 이해될 수 있다. 따

라서, 본 개시에서 사용되는 "푸리에 변환" 은 시간 영역의 신호를 주파수 영역으로 분해하는 협의의 푸리에 변환 및 주파수 영역의 신호를 시간 영역으로 변환하는 역 푸리에 변환(inverse fourier transform)을 모두 포괄하는 개념으로 이해될 수 있다.

[43] 전술한 용어의 설명은 본 개시의 이해를 돕기 위한 것이다. 따라서, 전술한 용어를 본 개시의 내용을 한정하는 사항으로 명시적으로 기재하지 않은 경우, 본 개시의 내용을 기술적 사상을 한정하는 의미로 사용하는 것이 아님을 주의해야 한다.

[44] 도 1은 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 블록 구성도이다.

[45] 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 데이터의 종합적인 처리 및 연산을 수행하는 하드웨어 장치 혹은 하드웨어 장치의 일부일 수도 있고, 통신 네트워크로 연결되는 소프트웨어 기반의 컴퓨팅 환경일 수도 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(100)는 집약적 데이터 처리 기능을 수행하고 자원을 공유하는 주체인 서버일 수도 있고, 서버와의 상호 작용을 통해 자원을 공유하는 클라이언트(client)일 수도 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(100)는 복수의 서버들 및 클라이언트들이 상호 작용하여 데이터를 종합적으로 처리하는 클라우드 시스템(cloud system)일 수도 있다. 상술한 기재는 컴퓨팅 장치(100)의 종류와 관련된 하나의 예시일 뿐이므로, 컴퓨팅 장치(100)의 종류는 본 개시의 내용을 기초로 당업자가 이해 가능한 범주에서 다양하게 구성될 수 있다.

[46] 도 1을 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 프로세서(processor)(110), 메모리(memory)(120), 및 네트워크부(network unit)(130)를 포함할 수 있다. 다만, 도 1은 하나의 예시일 뿐이므로, 컴퓨팅 장치(100)는 컴퓨팅 환경을 구현하기 위한 다른 구성들을 포함할 수 있다. 또한, 상기 개시된 구성들 중 일부만이 컴퓨팅 장치(100)에 포함될 수도 있다.

[47] 본 개시의 일 실시예에 따른 프로세서(110)는 컴퓨팅 연산을 수행하기 위한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함하는 구성 단위로 이해될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 컴퓨터 프로그램을 판독하여 기계 학습을 위한 데이터 처리를 수행할 수 있다. 프로세서(110)는 기계 학습을 위한 입력 데이터의 처리, 기계 학습을 위한 특징 추출, 역전파(backpropagation)에 기반한 오차 계산 등과 같은 연산 과정을 처리할 수 있다. 이와 같은 데이터 처리를 수행하기 위한 프로세서(110)는 중앙 처리 장치(CPU: central processing unit), 범용 그래픽 처리 장치(GPGPU: general purpose graphics processing unit), 텐서 처리 장치(TPU: tensor processing unit), 주문형 반도체(ASIC: application specific integrated circuit), 혹은 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA: field programmable gate array) 등을 포함할 수 있다. 상술한 프로세서(110)의 종류는 하나의 예시일 뿐이므로, 프로세서(110)의 종류는 본 개시의 내용을 기초로 당업자가 이해 가능한 범주에서 다양하게 구성될 수 있다.

[48] 프로세서(110)는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 처리하여, 2차원의 케이-스페이스 데이터를 기초로 이미지 데이터를 생성하는 신경망 모델의 입력 데이터를 생성할 수 있다. 이때, 프로세서(110)가 처리하는 3차원의 케이-스페이스 데이터는 가속화 촬영된 케이-스페이스 데이터일 수 있다. 또한, 프로세서(110)가 처리하는 3차원의 케이-스페이스 데이터는 일반 촬영된 케이-스페이스 데이터로부터 가속화 시뮬레이션(simulation)을 통해 생성된 데이터일 수 있다. 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원의 케이-스페이스 데이터는 네트워크부(130)를 통해 의료 영상 저장 전송 시스템으로부터 획득된 데이터일 수도 있고, 프로세서(110)가 자체적으로 수행하는 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 데이터일 수도 있다.

[49] 본 개시에서 가속화 촬영은 일반적인 촬영 대비 자기 공명 신호에 대한 여기 횟수(NEX: number of excitations)를 감소시켜 촬영 시간을 단축시키는 촬영 기법으로 이해될 수 있다. 여기 횟수는 케이-스페이스 영역에서 자기 공명 신호의 라인들을 반복 획득할 때의 반복된 횟수로 이해될 수 있다. 따라서, 여기 횟수가 증가함에 따라 자기 공명 영상의 촬영 시간이 비례하여 증가할 수 있다. 즉, 자기 공명 영상의 촬영 시에 여기 횟수를 감소시키는 경우, 자기 공명 영상의 촬영 시간이 단축된 가속화 촬영이 구현될 수 있다.

[50] 본 개시에서 가속화 촬영은 케이-스페이스 영역에서 위상 인코딩(encoding) 방향으로 더 좁은 범위의 신호를 얻음으로써, 해상도가 상대적으로 낮은 영상을 획득하는 촬영 기법으로 이해될 수 있다. 다시 말해, 본 개시의 가속화 촬영은 일반적인 촬영 대비 페이즈 레졸루션(phase resolution)을 감소시킨 촬영 기법으로 이해될 수 있다. 페이즈 레졸루션은 케이-스페이스 영역에서 위상 인코딩 방향으로 샘플링 된 라인의 개수를 미리 설정된 기준 값으로 나눈 값으로 이해될 수 있다. 따라서, 페이즈 레졸루션이 증가함에 따라, 자기 공명 영상의 촬영 시간이 비례하여 증가할 수 있다. 즉, 자기 공명 영상의 촬영 시에 페이즈 레졸루션을 감소시키는 경우, 자기 공명 영상의 촬영 시간이 단축된 가속화 촬영이 구현될 수 있다.

[51] 본 개시에서 가속화 촬영은 일반적인 촬영에 비해 가속화 지수(acceleration factor)를 높여 촬영 시간을 단축시키는 촬영 기법으로 이해될 수 있다. 가속화 지수는 병렬 영상 기법에서 사용되는 용어로서, 케이-스페이스에서 풀 샘플링(full sampling)된 신호 라인의 개수를 촬영을 통해 샘플링 된 신호 라인의 개수로 나눈 값으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 가속화 지수가 2 라는 것은, 위상 인코딩 방향으로 자기 공명 신호를 샘플링 하여 라인을 획득할 때, 풀 샘플링 된 신호 라인의 개수 대비 절반의 신호 라인의 개수를 획득하는 것으로 이해될 수 있다. 따라서, 가속화 지수가 증가함에 따라, 자기 공명 영상의 촬영 시간이 비례하여 감소할 수 있다. 즉, 자기 공명 영상의 촬영 시에 가속화 지수를 증가시키는 경우, 자기 공명 영상의 촬영 시간이 단축된 가속화 촬영이 구현될 수 있다.

[52] 본 개시에서 가속화 촬영은 서브 샘플링(sub sampling) 된 자기 공명 신호를 획득하여 자기 공명 영상을 생성하는 촬영 기법으로 이해될 수 있다. 이때, 서브 샘플링은 나이키스트 샘플링 레이트(nyquist sampling rate)보다 낮은 샘플링 레이트

로 자기 공명 신호를 샘플링 하는 작업으로 이해될 수 있다. 따라서, 본 개시의 자기 공명 영상은 나이키스트 샘플링 레이트보다 낮은 샘플링 레이트로 자기 공명 신호를 샘플링 하여 획득된 영상일 수 있다.

[53] 본 개시의 가속화 시뮬레이션은 일반 촬영 혹은 가속화 촬영을 통해 생성된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 언더 샘플링(under sampling)하는 연산 기법으로 이해될 수 있다. 이때, 언더 샘플링은 처리 대상인 3차원의 케이-스페이스 데이터를 기준으로 더 낮은 샘플링 레이트로 자기 공명 신호를 처리하는 방식으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 가속화 시뮬레이션은 풀 샘플링 된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 기초로 서브 샘플링 된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 생성하는 연산 기법을 포함할 수 있다. 또한, 가속화 시뮬레이션은 서브 샘플링 된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 더 낮은 샘플링 레이트로 자기 공명 신호를 샘플링 하는 연산 기법을 포함할 수 있다. 가속화 시뮬레이션은 본 개시의 프로세서(110)에 의해 수행될 수도 있고, 별도의 외부 시스템을 통해 수행될 수도 있다.

[54] 다만, 상술한 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션의 설명은 하나의 예시일 뿐이므로, 가속화 촬영의 개념은 본 개시의 내용을 기초로 당업자가 이해 가능한 범주에서 다양하게 정의될 수 있다.

[55] 프로세서(110)는 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 복원할 수 있다. 프로세서(110)는 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 초기화 할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 병렬 영상 기법에 포함된 수학적 복원 기법 중 어느 하나를 사용하여 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원의 케이-스페이스 데이터의 자기 공명 신호를 재구성할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(110)는 3차원의 케이-스페이스 데이터의 자동 보정 신호(ACS: autocalibrating signal) 라인을 재구성 하여 일반 촬영과 대등한 수준으로 3차원의 케이-스페이스 데이터를 복원할 수 있다. 프로세서(110)는 3차원 케이-스페이스 데이터의 자기 공명 신호 라인에 대한 인접 라인의 선형 조합을 기초로, 자기 공명 신호 라인을 재구성 하여 일반 촬영과 대등한 수준으로 3차원의 케이-스페이스 데이터를 복원할 수도 있다. 또한, 프로세서(110)는 프로세서(110)는 3차원 케이-스페이스 데이터를 획득하기 위한 코일의 각 채널 별 민감도(sensitivity) 정보에 기반한 민감도 지도(sensitivity map)을 이용하여, 가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션을 통해 생성된 3차원 케이-스페이스 데이터를 재구성 할 수도 있다.

[56] 프로세서(110)는 수학적 복원 기법 등을 통해 복원된 3차원의 케이-스페이스 데이터를 사용하여, 특정 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다. 여기서 채널은 케이-스페이스 데이터의 차원에 대응되는 개념으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 복원된 3차원의 케이-스페이스 데이터의 특정 채널을 따라 역 푸리에 변환을 수행하여, 특정 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 소정의 신경망 모델을 사용하여, 복원된 3차원의 케이-

스페이스 데이터의 특정 채널의 특징 값을 기초로 특정 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 생성할 수도 있다. 이러한 과정을 통해 프로세서(110)는 특정 채널에서는 이미지 도메인의 특성을 가지면서도 특정 채널을 제외한 나머지 채널에서는 케이-스페이스 특성을 유지하는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다.

[57] 프로세서(110)는 특정 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 기초로, 복수의 2차원의 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다. 이때, 복수의 2차원의 케이-스페이스 데이터의 집합은 3차원의 케이-스페이스 데이터에 대응될 수 있다. 상술한 전처리를 통해 생성된 2차원의 케이-스페이스 데이터는, 케이-스페이스 데이터를 기초로 이미지 데이터를 생성하는 신경망 모델의 학습 데이터로 사용될 수도 있고, 추론 데이터로 사용될 수도 있다. 즉, 프로세서(110)는 앞선 전처리를 통해 생성된 2차원의 케이-스페이스 데이터를 신경망 모델에 입력하여 이미지 데이터를 생성할 수 있다. 이때, 이미지 데이터를 생성하는 연산 과정은 신경망 모델의 학습 과정에 대응될 수도 있고, 추론 과정에 대응될 수도 있다.

[58] 본 개시의 일 실시예에 따른 메모리(120)는 컴퓨팅 장치(100)에서 처리되는 데이터를 저장하고 관리하기 위한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함하는 구성 단위로 이해될 수 있다. 즉, 메모리(120)는 프로세서(110)가 생성하거나 결정한 임의의 형태의 데이터 및 네트워크부(130)가 수신한 임의의 형태의 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(120)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리, 램(RAM: random access memory), 에스램(SRAM: static random access memory), 롬(ROM: read-only memory), 이이피롬(EEPROM: electrically erasable programmable read-only memory), 피롬(PROM: programmable read-only memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(120)는 데이터를 소정의 체제로 통제하여 관리하는 데이터베이스(database) 시스템을 포함할 수도 있다. 상술한 메모리(120)의 종류는 하나의 예시일 뿐이므로, 메모리(120)의 종류는 본 개시의 내용을 기초로 당업자가 이해 가능한 범주에서 다양하게 구성될 수 있다.

[59] 메모리(120)는 프로세서(110)가 연산을 수행하는데 필요한 데이터, 데이터의 조합, 및 프로세서(110)에서 실행 가능한 프로그램 코드(code) 등을 구조화 및 조직화 하여 관리할 수 있다. 예를 들어, 메모리(120)는 후술할 네트워크부(130)를 통해 수신된 의료 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(120)는 신경망 모델이 3차원의 의료 데이터를 처리하도록 동작시키는 프로그램 코드, 프로세서(110)가 신경망 모델의 특징 해석(혹은 추론)을 기초로 이미지 데이터를 생성하도록 동작시키는 프로그램 코드 및 프로그램 코드가 실행됨에 따라 생성된 케이-스페이스 데이터, 이미지 데이터 등을 저장할 수 있다.

[60] 본 개시의 일 실시예에 따른 네트워크부(130)는 임의의 형태의 공지된 유무선 통신 시스템을 통해 데이터를 송수신하는 구성 단위로 이해될 수 있다. 예를 들어, 네트워크부(130)는 근거리 통신망(LAN: local area network), 광대역 부호 분할 다중 접속(WCDMA: wideband code division multiple access), 엘티이(LTE: long term evolution), 와이브로(WiBro: wireless broadband internet), 5세대 이동통신(5G), 초광역대 무선통신(ultra wide-band), 지그비(ZigBee), 무선주파수(RF: radio frequency) 통신, 무선랜(wireless LAN), 와이파이(wireless fidelity), 근거리 무선통신(NFC: near field communication), 또는 블루투스(Bluetooth) 등과 같은 유무선 통신 시스템을 사용하여 데이터 송수신을 수행할 수 있다. 상술한 통신 시스템들은 하나의 예시일 뿐이므로, 네트워크부(130)의 데이터 송수신을 위한 유무선 통신 시스템은 상술한 예시 이외에 다양하게 적용될 수 있다.

[61] 네트워크부(130)는 임의의 시스템 혹은 임의의 클라이언트 등과의 유무선 통신을 통해, 프로세서(110)가 연산을 수행하는데 필요한 데이터를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크부(130)는 임의의 시스템 혹은 임의의 클라이언트 등과의 유무선 통신을 통해, 프로세서(110)의 연산을 통해 생성된 데이터를 송신할 수 있다. 예를 들어, 네트워크부(130)는 의료 영상 저장 전송 시스템, 의료 데이터의 표준화 등의 작업을 수행하는 클라우드 서버, 혹은 컴퓨팅 장치 등과의 통신을 통해, 의료 데이터를 수신할 수 있다. 네트워크부(130)는 전술한 시스템, 서버, 혹은 컴퓨팅 장치 등과의 통신을 통해, 신경망 모델의 출력에 대응되는 이미지 데이터 및 프로세서(110)의 연산 과정에서 확인되는 검증 데이터 등을 송신할 수 있다.

[62] 도 2 및 도 3은 본 개시의 일 실시예에 따른 3차원 의료 데이터의 처리 과정을 나타낸 개념도이다.

[63] 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)의 프로세서(110)는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 전처리 할 수 있다. 이때, 전처리는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 기초로 2차원의 케이-스페이스 데이터를 생성하는 연산으로 이해될 수 있다. 프로세서(110)는 3차원의 케이-스페이스 데이터를 2차원의 케이-스페이스 데이터로 변환 및 압축하는 전처리를 수행할 수 있다. 프로세서(110)는 전처리를 통해 케이-스페이스 기반의 신경망 모델의 입력 데이터를 생성할 수 있다.

[64] 도 2를 참조하면, 프로세서(110)는 3차원의 케이-스페이스 초기 데이터(10)에 대한 가속화 시뮬레이션을 수행하여 3차원의 제 1 케이-스페이스 데이터(20)를 생성할 수 있다. 이때, 3차원의 케이-스페이스 초기 데이터(10)는 일반 촬영된 데이터일 수도 있고, 가속화 촬영된 데이터일 수도 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 X로 표현 가능한 케이-스페이스 초기 데이터(10) 대비 높은 가속화 지수로 케이-스페이스 초기 데이터(10)를 언더 샘플링 하는 가속화 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 프로세서(110)는 이러한 가속화 시뮬레이션을 통해 F(X)로 표현 가능한 제 1 케이-스페이스 데이터(20)를 생성할 수 있다.

[65] 프로세서(110)는 병렬 영상 기법을 통해 제 1 케이-스페이스 데이터(20)를 복원하여 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터(30)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로

세서(110)는 제 1 케이-스페이스 데이터(20)의 자동 보정 신호 라인의 고유 벡터 분해(eigenvector decomposition)를 기초로, 제 2 케이-스페이스 데이터(30)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 제 1 케이-스페이스 데이터(20)의 자동 보정 신호 라인의 고유 벡터 분해를 통해 자동 보정 신호 라인을 재구성하여, 제 1 케이-스페이스 데이터(20)로부터 복원된 형태의 제 2 케이-스페이스 데이터(30)를 생성할 수 있다. 즉, 프로세서(110)는 제 1 케이-스페이스 데이터(20)의 자동 보정 신호 라인을 기준으로 제 1 케이-스페이스 데이터(20)를 초기화하여 G(F(X))로 표현 가능한 제 2 케이-스페이스 데이터(30)를 생성할 수 있다.

[66] 프로세서(110)는 제 2 케이-스페이스 데이터(30)의 제 1 채널에 대한 연산을 기초로, 제 1 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 제 2 케이-스페이스 데이터(30)의 제 1 채널에 대한 역 푸리에 변환을 기초로, 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 제 1 신경망 모델을 사용하여, 제 2 케이-스페이스 데이터(30)의 제 1 채널의 특징 값을 기초로 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 생성할 수도 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 제 2 케이-스페이스 데이터(30)의 Z 축 방향에 대해 역 푸리에 변환을 수행하여 H(G(F(X)))로 표현 가능한 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 생성할 수 있다. 제 2 케이-스페이스 데이터(30)의 3차원 공간 좌표가 (K_{Xn}, K_{Yn}, K_{Zn})로 표현된다고 가정하면, 역 푸리에 변환을 통해 생성되는 제 3 케이-스페이스 데이터(40)의 3차원 공간 좌표는 (K_{Xn}, K_{yn}, Z_n)으로 표현될 수 있다. 즉, 프로세서(110)는 제 2 케이-스페이스 데이터의 Z축 방향에 대한 역 푸리에 변환을 통해, Z축 특징 값만 이미지 도메인의 특성을 가지고 나머지 X 축 특징 값 및 Y축 특징 값은 케이-스페이스 특성을 그대로 유지하는 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 생성할 수 있다.

[67] 도 3을 참조하면, 프로세서(110)는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 기초로, 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터(50)를 생성할 수 있다. 프로세서(110)는 제 3 케이-스페이스 데이터(40)의 제 1 채널을 기준으로 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 슬라이싱(slicing)함으로써, 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터(50)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 제 3 케이-스페이스 데이터(40)의 Z 축 방향을 따라 제 3 케이-스페이스 데이터(40)를 슬라이싱 할 수 있다. 제 3 케이-스페이스 데이터(40)는 X축 및 Y축에 대해서는 케이-스페이스 특징, Z축에 대해서는 이미지 도메인의 특징을 가지므로, 프로세서(110)가 Z축 방향을 따라 슬라이싱 하게 되면, 기존 2차원 케이-스페이스 데이터와 특성이 일치하는 제 4 케이-스페이스 데이터(50)를 생성할 수 있다.

[68] 상술한 3차원 케이-스페이스 데이터에 대한 전처리를 통해 케이-스페이스 기반으로 이미지 데이터를 생성하는 제 2 신경망 모델(200)의 입력에 적절한 데이터를 생성할 수 있다. 즉, 본 개시의 프로세서(110)에 의한 3차원 케이-스페이스 데이터에 대한 전처리는, 2차원 데이터를 기준으로 개발된 신경망 모델이 3차원 케이-스페이스 데이터를 처리할 수 있도록 최적화 하는 작업일 수 있다. 따라서, 소

아 및 성인에 대한 자기 공명 영상 촬영과 같이 가속화 촬영을 통해 3차원으로 자기 공명 영상을 획득하는 경우, 본 개시의 전처리가 효과적으로 사용될 수 있다.

[69] 프로세서(110)는 제 2 신경망 모델(200)을 사용하여 제 4 케이-스페이스 데이터(50)를 기초로 이미지 데이터(60)를 생성할 수 있다. 이때, 제 2 신경망 모델(200)은 2차원의 케이-스페이스 데이터를 입력받아 2차원의 이미지 데이터를 생성하는 모델을 포함할 수 있다. 이때, 제 2 신경망 모델(200)의 입력으로 사용되는 제 4 케이-스페이스 데이터(50)는 제 2 신경망 모델(200)의 학습 데이터일 수도 있고, 추론 데이터일 수도 있다.

[70] 도 4는 본 개시의 일 실시예에 따른 3차원 의료 데이터의 처리 방법을 나타낸 순서도이다.

[71] 도 4를 참조하면, 본 개시의 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치(100)는 3차원의 제 1 케이-스페이스 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다(S100). 컴퓨팅 장치(100)는 수학적 기법 혹은 소정의 신경망 모델을 이용하여 3차원의 제 1 케이-스페이스 데이터를 복원함으로써, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다. 이때, 제 1 케이-스페이스 데이터는 자기 공명 영상 장치에서 가속화 촬영되어 의료 영상 저장 전송 시스템을 통해 전달받은 데이터일 수 있다. 제 1 케이-스페이스 데이터는 자기 공명 영상 장치에서 일반 촬영 혹은 가속화 촬영되어 의료 영상 저장 전송 시스템을 통해 전달받은 데이터를 기초로 컴퓨팅 장치(100)가 자체적으로 가속화 시뮬레이션을 통해 생성한 데이터일 수도 있다.

[72] 컴퓨팅 장치(100)는 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널에 대한 연산을 기초로, 제 1 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다(S200). 각 채널은 케이-스페이스 데이터의 차원에 대응되므로, 컴퓨팅 장치(100)는 제 2 케이-스페이스 데이터의 3개의 채널 중 1개의 채널에 대한 특징 값을 변환하여 해당 채널에서만 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다. 이때, 컴퓨팅 장치(100)는 푸리에 변환과 같은 수학적 기법을 사용할 수도 있고, 소정의 신경망 모델을 사용할 수도 있다.

[73] 컴퓨팅 장치(100)는 제 3 케이-스페이스 데이터를 기초로, 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다(S300). 컴퓨팅 장치(100)는 제 3 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널 방향을 따라 제 3 케이-스페이스 데이터를 슬라이싱 함으로써, 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성할 수 있다. 제 1 채널 방향을 따라 제 3 케이-스페이스 데이터를 슬라이싱 하게 되면, 이미지 도메인의 특성을 제외하고 2차원의 케이-스페이스 특성을 갖는 데이터를 복수개 생성할 수 있다. S300 단계를 통해 생성된 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터는 2차원 케이-스페이스 기반의 기존 모델들의 입력 데이터로서 손쉽게 사용될 수 있다. 즉, 본 개시의 S100 내지 S300 단계를 통해, 모델에 대한 튜닝(tuning) 없이도 모델에서 적절히 처리 가능한 2차원 데이터를 3차원 데이터로부터 생성하여 사용할 수 있도록

함으로써, 가속화 촬영 기반 환경의 하드웨어 용량 초과 문제 등을 효과적으로 개선할 수 있다.

[74] 앞서 설명된 본 개시의 다양한 실시예는 추가 실시예와 결합될 수 있고, 상술한 상세한 설명에 비추어 당업자가 이해 가능한 범주에서 변경될 수 있다. 본 개시의 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 한정적이 아닌 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다. 따라서, 본 개시의 특허청구범위의 의미, 범위 및 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 개시의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

[청구항 1] 적어도 하나의 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는, 3차원 의료 데이터의 처리 방법으로서,
가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션(simulation)을 통해 생성된 3차원의 제 1 케이-스페이스(k-space) 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계; 및
상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널(channel)에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인(domain)의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계;
를 포함하는,
방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 가속화 시뮬레이션은,
3차원의 케이-스페이스 데이터를 언더 샘플링(under sampling)하는 연산을 포함하는,
방법.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는,
상기 제 1 케이-스페이스 데이터에 병렬 영상 기법을 적용하여, 상기 제 2 스페이스 데이터를 생성하는 단계;
를 포함하는,
방법.

[청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 병렬 영상 기법은,
상기 제 1 케이-스페이스 데이터의 자동 보정 신호(ACS: autocalibrating signal) 라인의 고유 벡터 분해(eigenvector decomposition)를 기초로, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 기법을 포함하는,
방법.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는,
상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 상기 제 1 채널에 대한 푸리에 변환(fourier transform)을 기초로, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계;
를 포함하는,
방법.

[청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는,

제 1 신경망 모델을 사용하여, 상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 상기 제 1 채널의 특징 값을 기초로, 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계;

를 포함하는,

방법.

[청구항 7] 제 1 항에 있어서,

상기 제 1 채널은,

상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 Z축 방향에 대응되는,

방법.

[청구항 8] 제 1 항에 있어서,

상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 기초로, 2차원의 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계;

를 더 포함하는,

방법.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서,

상기 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계는,

상기 제 3 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널을 기준으로 상기 제 3 케이-스페이스 데이터를 슬라이싱(slicing)함으로써, 상기 제 4 케이-스페이스 데이터를 생성하는 단계;

를 포함하는,

방법.

[청구항 10] 제 8 항에 있어서,

제 2 신경망 모델을 사용하여, 상기 제 4 케이-스페이스 데이터를 기초로 이미지 데이터를 생성하는 단계;

를 더 포함하는,

방법.

[청구항 11] 컴퓨터 판독가능 저장 매체 저장된 컴퓨터 프로그램(program)으로서, 상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 프로세서(processor)에서 실행되는 경우, 3차원 의료 데이터를 처리하기 위한 동작들을 수행하도록 하며,

상기 동작들은,

가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션(simulation)을 통해 생성된 3차원의 제 1 케이-스페이스(k-space) 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하는 동작; 및

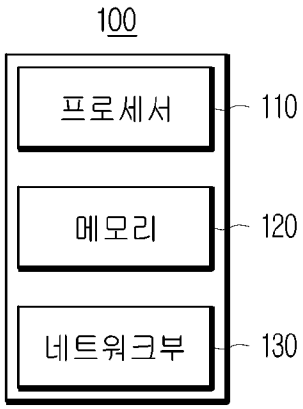
상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널(channel)에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인(domain)의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는 동작;

을 포함하는,

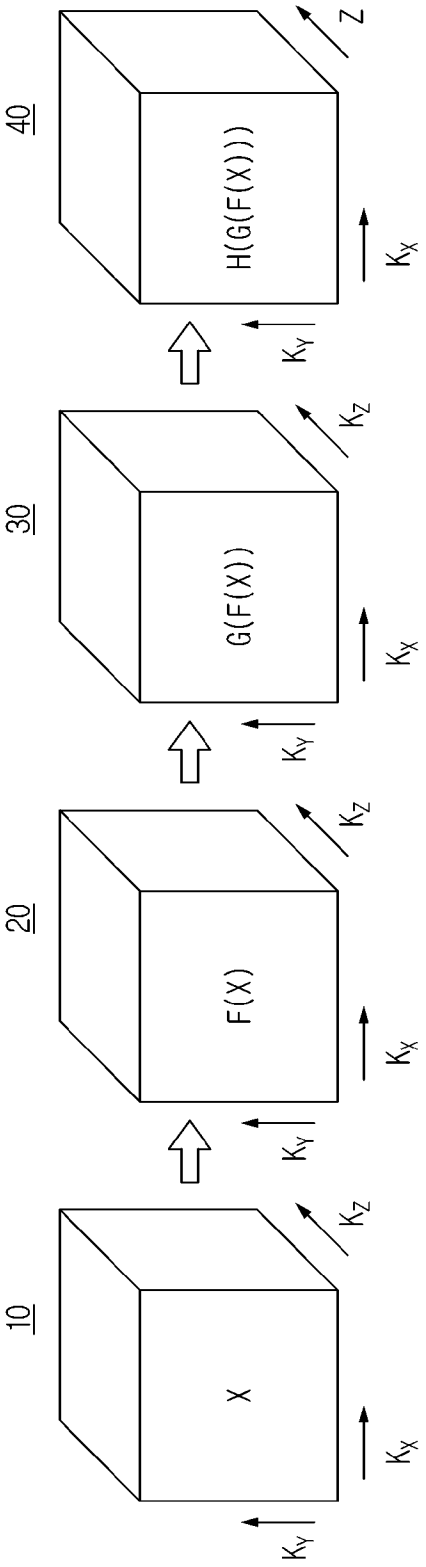
컴퓨터 프로그램.

[청구항 12] 3차원 의료 데이터를 처리하기 위한 컴퓨팅 장치로서,
적어도 하나의 코어(core)를 포함하는 프로세서(processor);
상기 프로세서에서 실행 가능한 프로그램 코드(code)들을 포함하는 메모리(memory); 및
의료 데이터를 수신하기 위한 네트워크부(network unit);
를 포함하고,
상기 프로세서는,
가속화 촬영 혹은 가속화 시뮬레이션(simulation)을 통해 생성된 3차원의 제 1 케이-스페이스(k-space) 데이터를 복원하여, 3차원의 제 2 케이-스페이스 데이터를 생성하고,
상기 제 2 케이-스페이스 데이터의 제 1 채널(channel)에 대한 연산을 기초로, 상기 제 1 채널에서 이미지 도메인(domain)의 특성을 갖는 3차원의 제 3 케이-스페이스 데이터를 생성하는,
장치.

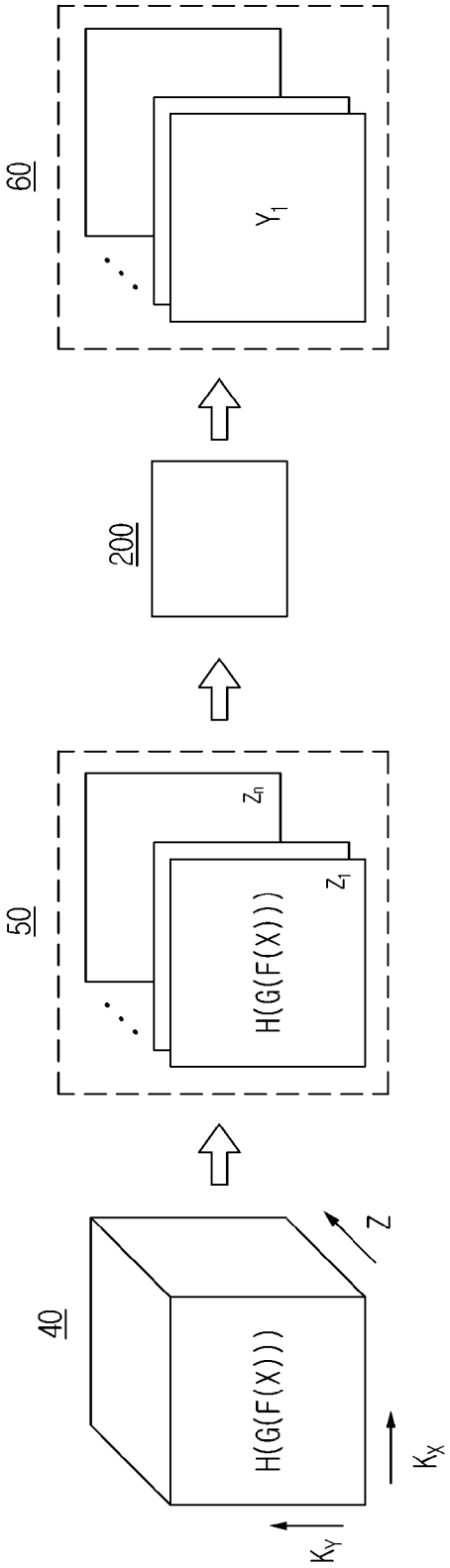
[도1]



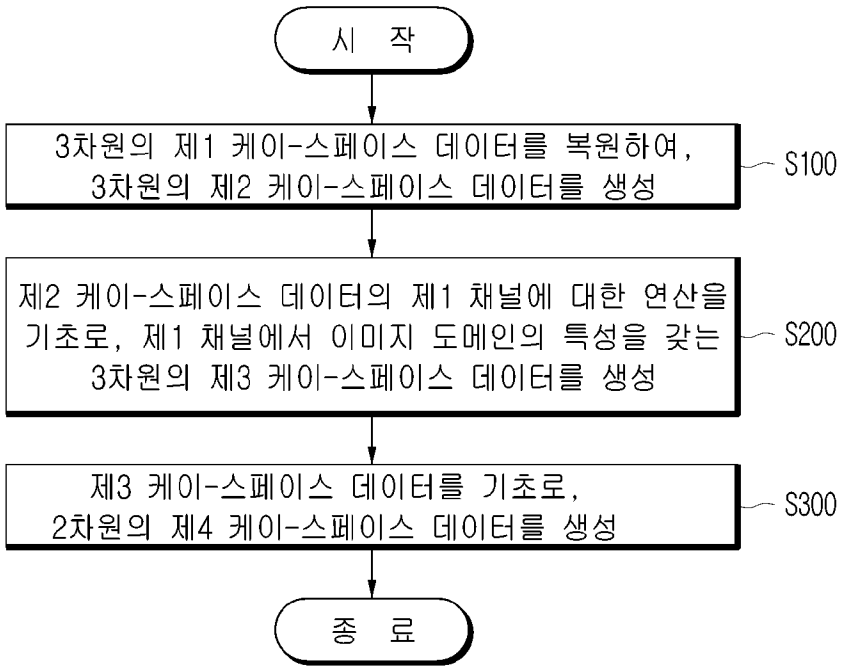
[도2]



[도3]



[도4]


시 작
3차원의 제1 케이-스페이스 데이터를 복원하여, 3차원의 제2 케이-스페이스 데이터를 생성
S100
제2 케이-스페이스 데이터의 제1 채널에 대한 연산을 기초로, 제1 채널에서 이미지 도메인의 특성을 갖는 3차원의 제3 케이-스페이스 데이터를 생성
S200
제3 케이-스페이스 데이터를 기초로, 2차원의 제4 케이-스페이스 데이터를 생성
S300
종 료

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2023/003237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G16H 30/40(2018.01)i; **G16H 30/20**(2018.01)i; **G06T 3/00**(2006.01)i; **G06T 5/00**(2006.01)i; **G06N 3/045**(2023.01)i; **A61B 5/055**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G16H 30/40(2018.01); A61B 5/055(2006.01); G01R 33/56(2006.01); G06T 3/00(2006.01); G06T 5/00(2006.01); G06T 7/30(2017.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: MRI(Magnetic Resonance Imaging), 케이-스페이스(k-space), 푸리에 변환(fourier transform), 신경망(neural network)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CHA, Eunju et al. k-Space Deep Learning for Parallel MRI: Application to Time-Resolved MR Angiography. arXiv:1806.00806v2. pp. 1-11, 10 June 2018. [Retrieved on 18 June 2023]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1806.00806.pdf>. See abstract, pages 1-8 and figures 4-6.	1-12
Y	SOUZA, Roberto et al. Dual-domain cascade of U-nets for multi-channel magnetic resonance image reconstruction. arXiv:1911.01458v1. pp. 1-13, 04 November 2019. [Retrieved on 18 June 2023]. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1911.01458.pdf>. See page 4.	1-12
Y	EO, Taejoon et al. Translation of 1D Inverse Fourier Transform of K-space to an Image Based on Deep Learning for Accelerating Magnetic Resonance Imaging. MICCAI 2018. LNCS 11070, pp. 241-249, 26 September 2018. [Retrieved on 18 June 2023]. Retrieved from <https://dl.acm.org/doi/10.5555/3495724.3495777>. See pages 243-244 and figure 1.	6
A	KR 10-1923184 B1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 28 November 2018 (2018-11-28) See claims 1-2.	1-12

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 July 2023	**04 July 2023**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2023/003237

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1886575 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 07 August 2018 (2018-08-07) See claim 1.	1-12
PX	KR 10-2462513 B1 (AIRS MEDICAL INC. et al.) 03 November 2022 (2022-11-03) See entire document. (Note: This document is a published earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.)	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2023/003237

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-1923184 B1	28 November 2018	EP 3655791 A1	27 May 2020
		EP 3655791 A4	05 August 2020
		US 10426373 B2	01 October 2019
		US 2019-0059780 A1	28 February 2019
		WO 2019-039708 A1	28 February 2019
KR 10-1886575 B1	07 August 2018	None	
KR 10-2462513 B1	03 November 2022	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2023/003237

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G16H 30/40(2018.01)i; **G16H 30/20**(2018.01)i; **G06T 3/00**(2006.01)i; **G06T 5/00**(2006.01)i; **G06N 3/045**(2023.01)i; **A61B 5/055**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G16H 30/40(2018.01); A61B 5/055(2006.01); G01R 33/56(2006.01); G06T 3/00(2006.01); G06T 5/00(2006.01); G06T 7/30(2017.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: MRI(Magnetic Resonance Imaging), 케이-스페이스(k-space), 푸리에 변환(fourier transform), 신경망(neural network)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	EUNJU CHA 등, `k-Space Deep Learning for Parallel MRI: Application to Time-Resolved MR Angiography`, arXiv:1806.00806v2, pp. 1-11, 2018.06.10, [검색일: 2023.06.18], 출처 <https://arxiv.org/pdf/1806.00806.pdf> 요약, 페이지 1-8 및 도면 4-6	1-12
Y	ROBERTO SOUZA 등, `Dual-domain cascade of U-nets for multi-channel magnetic resonance image reconstruction`, arXiv:1911.01458v1, pp. 1-13, 2019.11.04, [검색일: 2023.06.18], 출처 <https://arxiv.org/pdf/1911.01458.pdf> 페이지 4	1-12
Y	TAEJOON EO 등, `Translation of 1D Inverse Fourier Transform of K-space to an Image Based on Deep Learning for Accelerating Magnetic Resonance Imaging`, MICCAI 2018, LNCS 11070, pp. 241-249, 2018.09.26, [검색일: 2023.06.18], 출처 <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-00928-1_28> 페이지 243-244 및 도면 1	6
A	KR 10-1923184 B1 (삼성전자주식회사 등) 2018.11.28 청구항 1-2	1-12

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2023년07월04일(04.07.2023)	**2023년07월04일(04.07.2023)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**박혜련**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-3463**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2023/003237

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1886575 B1 (연세대학교 산학협력단) 2018.08.07 청구항 1	1-12
PX	KR 10-2462513 B1 (주식회사 에어스메디컬 등) 2022.11.03 전체 문헌 (참조: 위 문헌은 본 국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원의 공개된 공보임)	1-12

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2023/003237

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1923184 B1	2018/11/28	EP 3655791 A1	2020/05/27
		EP 3655791 A4	2020/08/05
		US 10426373 B2	2019/10/01
		US 2019-0059780 A1	2019/02/28
		WO 2019-039708 A1	2019/02/28
KR 10-1886575 B1	2018/08/07	없음	
KR 10-2462513 B1	2022/11/03	없음	