(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019 년 3 월 21 일 (21.03.2019)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2019/054711 A1

(51) 국제특허분류:
G06T 7/10 (2017.01) *G06T 1/20* (2006.01)
G06T 3/40 (2006.01) *A61B 8/08* (2006.01)
G06T 15/00 (2006.01) *G06K 9/62* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2018/010580

(22) 국제출원일: 2018 년 9 월 11 일 (11.09.2018)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0116405 2017 년 9 월 12 일 (12.09.2017) KR

(71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (**SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION**) [KR/KR]; 04107 서울시 마포구 백범로 35, Seoul (KR).

(72) 발명자: **송태경 (SONG, Tai-Kyong)**; 03010 서울시 종로구 평창문화로 156, 101동 703호, Seoul (KR). **김민 (KIM, Min)**; 02723 서울시 성북구 길음로 118, 403동 1602호, Seoul (KR). **박민석 (PARK, Minsuk)**; 01721 서울시 노원구 중계로 184, 104동 801호, Seoul (KR).

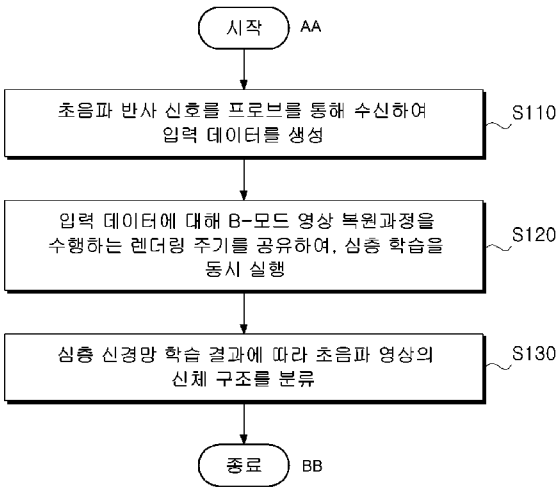
(74) 대리인: 특허법인 충현 (**CHUNG HYUN PATENT & LAW FIRM**); 06779 서울시 서초구 동산로 23 베델회관 8층, Seoul (KR).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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).

(54) **Title:** DEEP LEARNING BASED MEDICAL ULTRASONIC IMAGE CLASSIFICATION METHOD AND APPARATUS USING SMART DEVICE

(54) **발명의 명칭:** 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 방법 및 장치



S110 ... Receive, through probe, reflected ultrasonic signal so as to generate input data
S120 ... Simultaneously execute deep learning by sharing rendering cycle performing B-mode image restoration process with regard to input data
S130 ... Classify body structure of ultrasonic image according to deep neural network learning result
AA ... Start
BB ... End

(57) **Abstract:** A deep learning based medical ultrasonic image classification method using a smart device according to an embodiment of the present invention comprises the steps of: receiving, through a probe, a reflected ultrasonic signal that is reflected from a target object so as to generate input data; simultaneously executing deep neural network (DNN) learning by sharing a rendering cycle performing an image restoration process with regard to the input data; and classifying a body structure of the ultrasonic image according to the execution result of the DNN learning.

(57) **요약서:** 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법은 대상체로부터 반사된 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성하는 단계와, 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습(DNN: Deep Neural Network)을 동시 실행하는 단계 및 심층 신경망 학습의 실행 결과에 따라 초음파 영상의 신체 구조를 분류하는 단계를 포함한다.

WO 2019/054711 A1

[다음 쪽 계속]

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 방법 및 장치

기술분야

[1] 본 발명은 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 모바일 GPU를 구비하는 스마트 기기에서 초음파 영상을 분류하는데 있어서 GPU의 유휴 코어를 줄이고 렌더링 주기의 수를 최소화하며 신체 부위 분류의 정확도와 실시간 성능을 보장할 수 있는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 최근 들어, 의료 분야에 IT 기술을 융합하여 구현되는 진단 의료 영상 분야의 기술이 급격히 발전하고 있는 추세이다. 그 중에서도 주로 사용되는 의료 초음파는 인체의 근육, 힘줄, 내부 장기, 장기의 크기, 구조 및 병리학적 손상 여부를 판단하기 위해 실시간으로 단층 영상을 가시화하는데 사용된다.

[3] 이처럼 의료 초음파를 이용하여 진단 의료 영상을 구현하기 위해서는 대상물에 프로브를 대고 초음파를 발생시켜 대상물로부터 반사된 초음파를 수신하여 영상을 구성한다. 즉, 초음파를 발생시키면 매우 짧은 시간 안에 음파가 매질 속을 지나가고, 음향 임피던스가 다른 두 매질 사이를 지날 때에는 반사파가 발생한다. 이에 발생된 반사파를 측정해 반사음이 되돌아 올 때까지의 시간을 통해 거리를 역산함으로써 진단 의료 영상을 생성하게 된다.

[4] 이처럼 진단 의료 영상이 의료 분야에서 널리 사용됨에 따라, 스마트 기기를 통해 시간과 장소에 구애받지 않고 이동 중에도 초음파 신호를 이용한 진단 의료 영상을 생성하여 확인할 수 있는 기술에 대한 요구가 높아지고 있다. 도 1은 현재 개발된 스마트 폰을 이용한 초음파 의료 영상 장치의 일예를 도시한다.

[5] 그러나 이러한 요구에도 불구하고, 휴대성을 목적으로 사용되는 스마트 기기에서는 내부 CPU의 프로세싱 파워로 초음파 신호를 처리하는 경우, 실제 진단에 유용한 프레임율의 영상을 제공하기 어려운 문제가 발생한다.

[6] 또한, 스마트 기기는 화면의 크기가 카트형 장치에 비해 작고 화면의 공간 부족으로 인해 기존 장비에서 사용 가능했던 모든 이미지의 매개변수를 제어하기 어려운 문제가 있다.

[7] (선행기술문헌)

[8] (특허문헌)

[9] (특허문헌 1) KR 10-2012-0059740 (적어도 하나의 GPU를 구비하는 초음파 시스템, 삼성메디슨 주식회사) 2012.06.11.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[10] 본 발명이 해결하고자하는 과제는 의료용 초음파 영상을 생성하는 스마트 기기에 있어서 GPU(Graphics processing unit)의 유휴 코어를 줄이고 신체 부위 판별의 정확도를 높이며 실시간 성능을 보장할 수 있는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법은 대상체로부터 반사된 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성하는 단계와, 상기 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습을 동시 실행하는 단계 및 상기 심층 신경망 학습의 실행 결과에 따라 초음파 영상의 신체 구조를 분류하는 단계를 포함한다.

[12] 일실시 예에 따르면, 렌더링 주기를 공유하여 상기 심층 신경망 학습을 동시 실행하는 단계는, 스마트 기기에 입력된 초음파 신호에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 동작시키는 단계와, 상기 블랙홀 필터링에 의해 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 동작시키는 단계와, 상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 동작시키는 단계 및 상기 로그 압축 데이터에 대해 상기 제1 히든 레이어 내지 3을 포함하는 심층 신경망 학습 네트워크 기반으로 신체 부위 분류를 수행하는 단계를 포함함으로써, 모바일 GPU를 구비하는 상기 스마트 기기가 상기 B-모드 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 상기 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행한다.

[13] 일실시 예에 따르면, 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리 단계를 더 포함하고, 상기 전처리 단계는, 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하는 단계와, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정하는 단계를 포함함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용한다.

[14] 일실시 예에 따르면, 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습을 동시 실행하는 단계는, 상기 블랙홀 필터링과 상기 이미지 리사이징 및 히든레이어 1, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어를 상기 GPU에 의한 실행을 서로 독립적인 실행으로서 각 렌더 사이클에 공유 시킨다.

[15] 일실시 예에 따르면, 상기 스마트 기기는 빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여

초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고, 상기 그래픽스 파이프라인은 OpenGL ES 환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여 상기 영상 복원 과정을 수행한다.

[16] 일실시 예에 따르면, 상기 영상 복원 과정 과정은, 제1 렌더 사이클에서 상기 입력 데이터에 대해 상기 포락선 검파와 로그 압축을 수행하는 단계 및 상기 초음파 영상의 전체적 이득(gain)을 조절하기 위해 이득 제어, 상기 제2 렌더 사이클에서 상기 블랙홀 필터링, 제3 렌더 사이클에서 상기 에지 강화 및 제4 렌더 사이클에서 상기 디지털 스캔변환(DSC: Digital Scan Conversation)을 연속 수행하는 단계를 포함한다.

[17] 본 발명의 일실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치는 대상체로부터 반사된 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성하는 초음파 수신부 및 상기 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행하는 영상 처리부를 포함한다.

[18] 일실시 예에 따르면, 상기 영상 처리부는 상기 입력 데이터에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 실행한다.

[19] 일실시 예에 따르면, 상기 영상 처리부는 상기 블랙홀 필터링에 의해 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 실행한다.

[20] 일실시 예에 따르면, 상기 영상 처리부는 상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 실행한다.

[21] 일실시 예에 따르면, 상기 영상 처리부는 모바일 GPU를 구비하는 상기 스마트 기기가 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 상기 제1 히든 레이어 내지 3을 포함하는 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행한다.

[22] 일실시 예에 따르면, 심층 신경망 학습은 데이터 집합을 기반으로 심층 신경망 구조를 학습하여 입력 데이터를 분류하는 구조이며, 상기 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리로서, 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하고, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용한다.

[23] 일실시 예에 따르면 영상 처리부는 상기 블랙홀 필터링과 상기 이미지

리사이징 및 제1 히든 레이어, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어를 상기 GPU에 의한 실행을 서로 독립적인 실행으로서 각 렌더 사이클에 공유시킨다.

[24] 일실시 예에 따르면 영상 처리부는 빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여 초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고, 상기 그래픽스 파이프라인은 OpenGL ES 환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여 상기 영상 복원 과정을 수행한다.

[25] 일실시 예에 따르면 영상 처리부는 제1 렌더 사이클에서 포락선 검파와 로그 압축을 수행하며, 이후 영상의 전체적 이득을 조절할 수 있는 이득 제어, 제2 렌더 사이클에서 블랙홀 필터링, 제3 렌더 사이클에서 에지 강화 및 제4 렌더 사이클에서 디지털 스캔변환을 연속 수행한다.

[26] 본 발명의 일실시 예에 따른 의료용 초음파 영상을 분류하는 스마트 기기는 입력된 초음파 신호에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 동작시키고, 상기 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 동작시키며, 상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 동작시켜, 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유함으로써, 상기 로그 압축 데이터에 대해 상기 제1 히든 레이어 내지 제 3 히든 레이어를 포함하는 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시에 수행하는 GPU(Graphic processing unit)를 포함한다.

[27] 일실시 예에 따른 심층 신경망 학습은 데이터 집합을 기반으로 심층 신경망 구조를 학습하여 입력 데이터를 분류하는 구조이며, 상기 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리로서, 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하고, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용한다.

[28] 일실시 예에 따른 GPU는 상기 블랙홀 필터링과 상기 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어를 상기 GPU에 의한 실행을 서로 독립적인 실행으로서 각 렌더 사이클에 공유시킨다.

[29] 일실시 예에 따른 GPU는 빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여 초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고, 상기 그래픽스 파이프라인은 OpenGL ES 환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여

상기 영상 복원 과정을 수행한다.

발명의 효과

[30] 본 발명의 일실시 예에 따르면, 모바일 GPU(Graphics processing unit)를 구비하는 스마트 기기에서 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행함으로써, GPU의 유휴 코어를 줄이고 렌더링 주기의 수를 최소화하여 처리 성능을 향상시킬 수 있다.

[31] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면, 초음파 획득 프로브의 종류와 상관없이 역변환된 원시 데이터를 이용한 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 실행함으로써 초음파 획득 프로브의 종류에 구애받지 않고 데이터 형태가 동일한 로그 데이터를 입력으로 사용할 수 있으며, 종래의 이미지 크롭핑에 의한 문제를 방지할 수 있다.

[32] 아울러, 본 발명의 실시 예에 따르면, 스마트 기기의 화면 공간이 카트형 장치에 비해 부족하거나 비전문가가 영상을 판단해야할 경우라도, 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 자동 실행함으로써 신체 부위 판별의 정확도를 높일 수 있으며, 실시간 성능을 보장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[33] 도 1은 현재 개발된 스마트 폰을 이용한 초음파 의료 영상 장치의 일예를 도시한다.

[34] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 장치의 개략적인 구성을 도시하는 블록도이다.

[35] 도 3 내지 도 5는 일반적인 선형 어레이, 볼록 어레이 및 위상 어레이 각각에 대한 크롭핑 실행을 도시하는 도면이다.

[36] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 심층 신경망 학습의 데이터 셋으로 설정된 역변환된 원시 데이터를 도시한다.

[37] 도 7a 및 도 7b는 OpenGL ES 프로그래밍을 효율적으로 구현하기 위한 렌더링 주기를 설명하기 위한 도면이다.

[38] 도 8은 일반적인 영상 복원 과정 과정을 도시한다.

[39] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 렌더링 주기 공유 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[40] 도 10은 영상 복원 및 심층 신경망 학습 알고리즘을 캐스케이드 방식으로 구현하는 순서를 도시한다.

[41] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따라 신체 구조를 분류하기 위해 심층 신경망 학습 알고리즘을 이용하는 과정을 도시하는 도면이다.

[42] 도 12 및 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[43] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 기존의 스마트 기기 기반 초음파 의료

영상 장치에 대한 특성과 문제점들을 소개한 후, 이들 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 순차적으로 제시하도록 한다.

[44] 스마트 기기 기반 초음파 의료 영상 장치는 화면의 크기가 카트형 장치에 비해 작고 화면의 공간 부족으로 인해 기존 장비에서 사용 가능했던 모든 이미지의 매개변수를 제어하기 어려운 문제가 있다.

[45] 또한, 의료용 초음파 영상에 대한 배경 지식이 거의 없는 비전문가가 스마트 기기를 사용하면, 영상 판단이 힘들어 신체 구조 분류가 어려운 문제가 있고, 스마트 기기의 GPU(Graphics processing unit) 성능이 제한적이라 초음파 영상을 재구성하기 위해 이미 복잡한 신호 처리 과정을 수행하기 때문에, 다른 목적의 신호 처리 과정이 추가되면 실시간 특성이 보장되지 않는 단점이 있다.

[46] 이와 같은 종래의 스마트 기기 기반 초음파 의료 영상 장치의 문제를 해결하기 위해 본 발명의 실시 예에서는 의료용 초음파 장비에서 간, 갑상선 및 담낭과 같은 신체 구조를 분류하는 심층 신경망 네트워크를 개시한다.

[47] 본 발명의 실시 예에 따르면, 스마트 기기를 통한 신체 구조 분류의 성능 및 정확도를 향상시키기 위해 초음파 획득 프로브의 종류에 상관없이 이미지 데이터 대신 직사각형 형태로 역 변환된 원시 데이터를 이용한 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 실행함으로써, 초음파 획득 프로브의 종류에 구애받지 않고 데이터 형태가 동일한 로그 데이터를 입력으로 사용할 수 있으며, 이미지 크롭핑에 의한 문제를 방지할 수 있다.

[48] 특히, 본 발명의 실시 예는 스마트 기기 GPU의 실시간 동작 특성을 유지하면서 신체 구조 분류를 위한 심층 신경망 알고리즘을 구현하기 위해, 실제 데이터의 입/출력 시간과 GPU 유휴 코어 수를 줄이기 위한 렌더링 주기 공유 방법을 사용한다. 이에 대한 상세한 설명은 이하 도면을 참조하여 개시하기로 한다.

[49]

[50] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 장치의 개략적인 구성을 도시하는 블록도이다.

[51] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류 장치(100)는 대상체로부터 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성하는 초음파 수신부(110) 및 상기 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 렌더링 주기에서 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 실행하는 영상 처리부(131)를 포함한다. 이러한 구성 외에 초음파 신호 처리에 필요한 소프트웨어 알고리즘 등을 저장하는 메모리부(150) 및 초음파 영상을 출력하는 디스플레이부(170) 등을 더 구비할 수 있다.

[52] 여기서, 심층 신경망 학습은 데이터 집합을 기반으로 심층 신경망 구조를 학습하여 입력 데이터를 분류하는 구조이다. 상기 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리를 위해서, Geometric 정보를 갖는 초음파 영상을 직사각형 형태의

원시 데이터로 역 변환한 형태인 로그 압축 데이터를 심층 신경망 학습 네트워크의 데이터 집합으로 설정한다. 즉, 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하고, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 심층 신경망 학습에 이용한다.

[53]

[54] 도 3 내지 도 5는 일반적인 선형 어레이, 볼록 어레이 및 위상 어레이 각각에 대한 크롭핑 실행을 도시하는 도면이고, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 심층 신경망 학습의 데이터 셋으로 설정된 역 변환된 원시 데이터를 도시한다.

[55] 일반적으로, 초음파 영상에서 초음파 부위 판단에 불필요한 환자 정보와 같은 불필요한 부분을 제거하기 위한 잘라내기 즉, 크롭핑(cropping) 과정을 수행한다. 초음파 이미지는 초음파 획득 프로브의 형태로 나뉘는데 크게 선형, 볼록 및 위상 어레이 형태로 나뉠 수 있다.

[56] 선형 이미지의 경우, 도 3과 같이 초음파 이미지를 직사각형 형태로 잘라내고, 볼록 또는 위상 어레이는 두 가지 형식으로서 도 4에 도시된 풀 크롭핑(full cropping) 또는 도 5에 도시된 맥스 크롭핑(max cropping)으로 이미지를 잘라낼 수 있다. 풀 크롭핑 방식의 경우에는 초음파 의료 정보가 포함된 부분의 최대 크기를 확장된 직사각형으로 자르기 때문에 실제 초음파 정보가 없는 데이터까지 남아있게 된다. 반면, 맥스 크롭핑의 경우에는 초음파 정보가 있는 부분 중 최대 크기의 직사각형 형태로 이미지를 잘라내기 때문에 원본 의료 영상 내에서 의미있는 특징(feature) 정보가 손실될 수 있는 위험이 있다.

[57] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 도 6에 도시된 바와 같이, 초음파 획득 프로브의 종류와 상관없이 geometric 정보를 갖는 초음파 영상(620)을 직사각형 형태의 원시 데이터(630)로 역 변환한 형태인 로그 압축 데이터를 심층 신경망 학습의 데이터 셋으로 사용함으로써, 초음파 획득 프로브의 종류에 구애받지 않고 데이터 형태가 동일한 로그 데이터를 입력으로 사용할 수 있으며, 이미지 크롭핑에 의한 문제를 방지할 수 있다.

[58] 즉, 본원발명은 심층 신경망 학습의 전처리 단계에서 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하는 과정과, 역 변환된 원시 형태의 데이터를 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정하는 과정을 실행함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용할 수 있다.

[59]

[60] 도 7a 및 도 7b는 OpenGL ES 프로그래밍을 효율적으로 구현하기 위한 렌더링 주기를 설명하기 위한 도면이다. 렌더링 주기란 모든 입력에 대해 일련의 병렬 신호 처리가 수행되는 단위를 말한다. 예를 들어, 도 7a에서 모든 입력 데이터에 5를 더하려면 GPU 프로세스가 5를 가산하는 일련의 작업을 수행한다. 도 7b에서

볼 수 있듯이, 렌더 사이클은 “Processing”외에 “Input texture upload”, “Texture to frame buffer” 및 “Frame buffer to texture”의 물리적 입출력 시간을 필요로 한다.

[61] 여기서 “Processing”에 너무 적은 작업이 할당되면, GPU의 유휴 코어가 증가하여 처리 성능이 저하되게 된다. 따라서 이러한 유휴 시간을 최소화하기 위해서 렌더링 주기의 수를 최소화할 필요가 있다.

[62]

[63] 영상 처리부(130)는 빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여 초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고, 상기 그래픽스 파이프라인은 예를 들어, OpenGL ES 3.0환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여 상기 영상 복원 과정을 수행한다.

[64] 도 8은 일반적인 영상 복원 과정 과정을 도시한다. 도 8을 참조하면, 일반적인 영상 복원 과정는 빔포밍된 입력 데이터로부터 DC 성분을 제거한 후, 디지털 시간 이득 보상(TGC: Time Gain Compensator)을 수행하며, Quadrature 복조와 ratio 2로 데시메이션을 수행하고, 도 8에 도시된 바와 같이 제1 렌더 사이클에 포락선 검파와 로그 압축을 수행하며, 이후 영상의 전체적 이득을 조절할 수 있는 이득 제어, 제2 렌더 사이클에서 블랙홀 필터링, 제3 렌더 사이클에서 에지 강화 및 제4 렌더 사이클에서 디지털 스캔변환을 연속 수행하였다.

[65] 본 발명은 특히, 상술한 영상 복원 과정을 수행하는 렌더 사이클을 공유하여 심층 신경망 학습 기반 신체 부위 분류를 수행하고자 한다. 이에 대해 도 9를 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 렌더링 주기 공유 방법을 설명하기 위한 도면이며, 신경망 학습을 위해 입력 레이어(input layer)와 출력 레이어(output layer) 사이를 연결하는 뉴런 층(neuron layer)인 복수의 히든 레이어(hidden layer)를 활용하였다.

[66] 영상 처리부(130)는 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하기 위해 구체적으로 도 9에 도시된 바와 같이, 입력 데이터에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 제2 렌더 사이클에서 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 실행한다.

[67] 그리고, 블랙홀 필터링에 의해 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제3 렌더 사이클에서 제2 히든 레이어를 동시 실행한다.

[68] 이어서, 상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하고 제4 렌더 사이클에서 제3 히든 레이어를 동시 실행함으로써, 로그 압축 데이터에 대해 제1 히든 레이어 내지 제3 히든 레이어를 포함하는 심층 신경망 학습 네트워크 기반으로 신체 부위 분류를 수행할 수 있다. 이와 같은 심층 신경망 학습 네트워크 기반으로 도 11에 도시된 바와 같이 간, 갑상선 및 담낭과 같은 신체 구조를 분류할 수 있다.

[69] 여기서, 블랙홀 필터링과 상기 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어는 상기 GPU에 의한 실행이 각각 서로 독립적이기 때문에 렌더 사이클을 공유할 수 있는 것이다. 심층 신경망 학습의 단계로서 제1 내지 제3 히든 레이어를 예로 들었으며, 히든 레이어의 개수는 이에 한정하지 않을 수 있음이 자명하다.

[70] 이와 같이 본 발명의 영상 처리부(130)는 모바일 GPU를 구비하는 상기 스마트 기기가 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 심층 신경망 학습 네트워크 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행할 수 있다.

[71] 이와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 렌더링 주기 공유 기법은 도 10에 도시된 바와 같이 블록을 순차적으로 실행하는 캐스케이드 렌더 사이클 구조에 비해 신호 처리 속도가 빠르기 때문에 실시간 성능을 보장할 수 있다.

[72] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 모바일 GPU를 구비하는 스마트 기기에서 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행함으로써, GPU의 유휴 코어를 줄이고 렌더링 주기의 수를 최소화하여 처리 성능을 향상시킬 수 있다.

[73] 또한, 초음파 획득 프로브의 종류와 상관없이 역 변환된 원시 데이터를 이용한 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 실행함으로써 초음파 획득 프로브의 종류에 구애받지 않고 데이터 형태가 동일한 로그 데이터를 입력으로 사용할 수 있으며, 종래의 이미지 크롭핑에 의한 문제를 방지할 수 있다.

[74] 아울러, 스마트 기기의 화면 공간이 카트형 장치에 비해 부족하거나 비전문가가 영상을 판단해야할 경우라도, 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 자동 실행함으로써 신체 부위 판별의 정확도를 높일 수 있으며, 실시간 성능을 보장할 수 있다.

[75]

[76] 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[77] 먼저, 본 발명의 실시 예에 따른 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법은 먼저, GPU가 대상체로부터 반사된 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성한다(S110).

[78] 다음으로, 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습을 구성하는 다수의 히든 레이어를 동시 실행한다(S120).

[79] 다음으로, 히든 레이어 실행 결과에 따라 초음파 영상의 신체 구조를 분류하는 단계를 포함한다(S130). 즉, 심층 신경망 학습 결과에 따라 초음파 영상의 신체 구조를 분류한다.

[80]

[81] 여기서, S120 단계인 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습을 구성하는

다수의 히든 레이어를 실행하는 단계는 도 13을 참고하여 구체적으로 설명한다.

[82] 도 13을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 렌더링 공유 기법은 먼저, 스마트 기기에 입력된 초음파 신호에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 실행한다(S121).

[83] 다음으로, 블랙홀 필터링에 의해 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 실행한다(S122).

[84] 다음으로, 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 실행한다(S123).

[85] 다음으로, 로그 압축 데이터에 대해 상기 제1 히든 레이어 내지 제 3 히든 레이어를 포함하는 심층 신경망 학습 네트워크 기반으로 신체 부위 분류를 수행한다(S124).

[86] 이로써, 본 발명의 실시 예에 따른 렌더링 공유 기법은 모바일 GPU를 구비하는 스마트 기기가 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 렌더링 주기에서 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행할 수 있다.

[87] 한편, 심층 신경망 학습 네트워크를 생성하는 단계에서 심층 신경망 학습 네트워크의 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리 단계를 실행한다. 상기 전처리 단계는 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하는 과정과, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정하는 과정을 포함함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용한다.

[88]

[89] 따라서, 본 발명은 초음파 획득 프로브의 종류와 상관없이 역 변환된 원시 데이터를 이용한 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 실행함으로써, 초음파 획득 프로브의 종류에 구애받지 않고 데이터 형태가 동일한 로그 데이터를 입력으로 사용할 수 있으며, 이미지 크롭핑에 의한 문제를 방지할 수 있다.

[90] 여기서, 블랙홀 필터링과 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어, 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어는 GPU에 의한 실행이 각각 서로 독립적이기 때문에 렌더 사이클을 공유할 수 있는 것이다.

[91] 이와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 렌더링 주기 공유 기법은 도 10에 도시된 바와 같이 블록을 순차적으로 실행하는 캐스케이드 렌더 사이클 구조에 비해 신호 처리 속도가 빠르기 때문에 실시간 성능을 보장할 수 있다.

[92]

[93] 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 모바일 GPU를 구비하는 스마트

기기에서 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행함으로써, GPU의 유휴 코어를 줄이고 렌더링 주기의 수를 최소화하여 처리 성능을 향상시킬 수 있다.

[94] 또한, 초음파 획득 프로브의 종류와 상관없이 역 변환된 원시 데이터를 이용한 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 실행함으로써 초음파 획득 프로브의 종류에 구애받지 않고 데이터 형태가 동일한 로그 데이터를 입력으로 사용할 수 있으며, 이미지 크롭핑에 의한 문제를 방지할 수 있다.

[95] 아울러, 스마트 기기의 화면 공간이 카트형 장치에 비해 부족하거나 비전문가가 영상을 판단해야할 경우라도, 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 자동 실행함으로써 신체 부위 판별의 정확도를 높일 수 있으며, 실시간 성능을 보장할 수 있다.

[96]

[97] 한편, 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[98] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

[99] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

[100] (부호의 설명)

[101] 100: 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치

[102] 110: 초음파 수신부 130: GPU

[103] 131: 영상 처리부 150: 메모리부

[104] 170: 디스플레이부

[105]

청구범위

[청구항 1] 대상체로부터 반사된 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성하는 단계;
상기 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습(DNN: Deep Neural Network)을 동시 실행하는 단계; 및
상기 심층 신경망 학습의 실행 결과에 따라 초음파 영상의 신체 구조를 분류하는 단계;를 포함하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 렌더링 주기를 공유하여 상기 심층 신경망 학습을 동시 실행하는 단계는,
스마트 기기에 입력된 초음파 신호에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 동작시키는 단계;
상기 블랙홀 필터링에 의해 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 동작시키는 단계;
상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 동작시키는 단계; 및
상기 로그 압축 데이터에 대해 상기 제1 히든 레이어 내지 제3 히든 레이어를 포함하는 심층 신경망 학습 네트워크 기반으로 신체 부위 분류를 수행하는 단계;를 포함함으로써,
모바일 GPU를 구비하는 상기 스마트 기기가 상기 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 상기 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리 단계를 더 포함하고, 상기 전처리 단계는,
프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하는 단계;
상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정하는 단계;를 포함함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용하는, 스마트 기기를 이용한 딥

러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법.

[청구항 4] 제 2 항에 있어서,
상기 렌더링 주기를 공유하여 심층 신경망 학습을 동시 실행하는 단계는,
상기 블랙홀 필터링과 상기 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어를 상기 GPU에 의한 실행을 서로 독립적인 실행으로서 각 렌더 사이클에 공유시키는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 스마트 기기는 빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여 초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고,
상기 그래픽스 파이프라인은 OpenGL ES 환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여 상기 영상 복원 과정을 수행하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법.

[청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 영상 복원 과정 과정은,
제1 렌더 사이클에서 상기 입력 데이터에 대해 상기 포락선 검파와 로그 압축을 수행하는 단계; 및
상기 초음파 영상의 전체적 이득(gain)을 조절하기 위해 이득 제어, 상기 제2 렌더 사이클에서 상기 블랙홀 필터링, 제3 렌더 사이클에서 상기 에지 강화 및 제4 렌더 사이클에서 상기 디지털 스캔변환(DSC: Digital Scan Conversation)을 연속 수행하는 단계를 포함하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류방법.

[청구항 7] 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 컴퓨터로 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독가능 기록매체.

[청구항 8] 대상체로부터 반사된 초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성하는 초음파 수신부; 및
상기 입력 데이터에 대해 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 심층 신경망 학습(DNN: Deep Neural Network) 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행하는 영상 처리부;를 포함하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
상기 입력 데이터에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를

동시 동작시키는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 10] 제 9 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
상기 블랙홀 필터링에 의해 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 동작시키는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 11] 제 10 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 동작시키는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 12] 제 9 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
모바일 GPU를 구비하는 상기 스마트 기기가 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여 공유된 상기 렌더링 주기에서 상기 제1 히든 레이어 내지 제3 히든 레이어를 포함하는 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시 실행하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 13] 제 9 항에 있어서,
상기 심층 신경망 학습은,
데이터 집합을 기반으로 심층 신경망 구조를 학습하여 입력 데이터를 분류하는 구조이며,
상기 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리로서, 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하고, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 14] 제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
상기 블랙홀 필터링과 상기 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어를 상기 GPU에 의한 실행을 서로 독립적인 실행으로서 각 렌더 사이클에 공유시키는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 15] 제 8 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여 초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고, 상기 그래픽스 파이프라인은 OpenGL ES 환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여 상기 영상 복원 과정을 수행하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 16] 제 8 항에 있어서,
상기 영상 처리부는,
상기 영상 복원 과정을 위해 제1 렌더 사이클에서 포락선 검파와 로그 압축을 수행하며, 이후 영상의 전체적 이득을 조절할 수 있는 이득 제어, 제2 렌더 사이클에서 블랙홀 필터링, 제3 렌더 사이클에서 에지 강화 및 제4 렌더 사이클에서 디지털 스캔변환을 연속 수행하는, 스마트 기기를 이용한 딥 러닝 기반 의료용 초음파 영상 분류장치.

[청구항 17] 입력된 초음파 신호에 포락선 검파 및 로그 압축이 실행된 로그 압축 데이터에 대해 블랙홀 필터링을 실행하는 제2 렌더 사이클을 공유하여 상기 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어를 동시 동작시키고,
상기 블랙홀이 제거된 데이터의 에지를 강화시키는 제3 렌더 사이클을 공유하여 제2 히든 레이어를 동시 동작시키며,
상기 에지가 강화된 데이터에 대해 스캔 변환을 실행하는 제4 렌더 사이클을 공유하여 제3 히든 레이어를 동시 동작시켜, 영상 복원 과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유함으로써, 상기 로그 압축 데이터에 대해 상기 제1 히든 레이어 내지 제3 히든 레이어를 포함하는 심층 신경망 학습 기반으로 신체 부위 분류를 동시에 수행하는 GPU(Graphic processing unit)를 포함하는, 의료용 초음파 영상을 분류하는 스마트 기기.

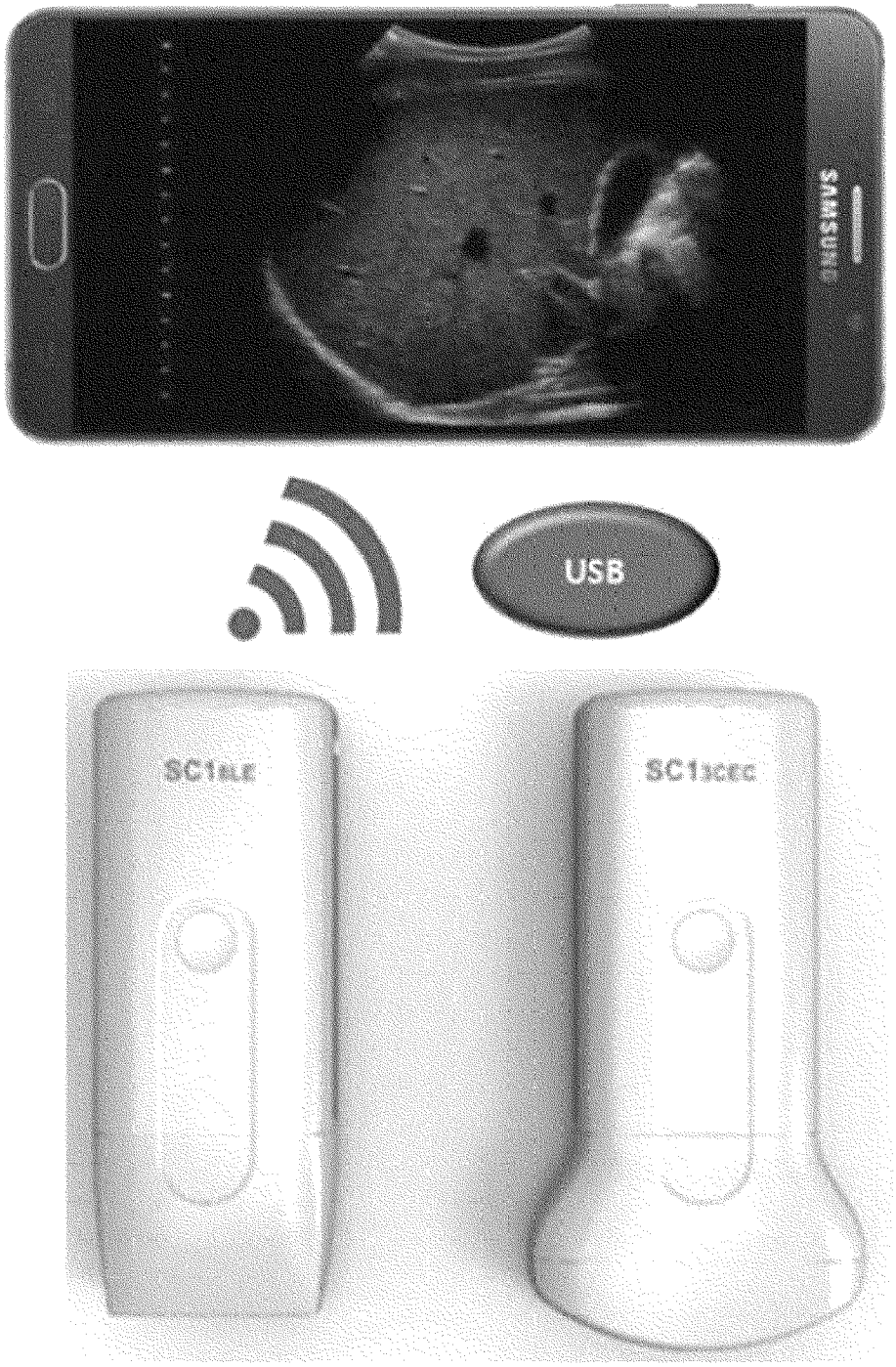
[청구항 18] 제 17 항에 있어서,
상기 심층 신경망 학습은,
데이터 집합을 기반으로 심층 신경망 구조(DNN: Deep Neural Network)를 학습하여 입력 데이터를 분류하는 구조이며,
상기 데이터 집합을 구비하기 위한 데이터 전처리로서, 프로브로부터 획득한 이미지 데이터를 원시 형태의 데이터로 역 변환하고, 상기 역 변환된 원시 형태의 데이터를 상기 심층 신경망 학습의 데이터 집합으로 설정함으로써, 서로 다른 프로브로부터 획득한 서로 다른 규격의 데이터들을 하나의 규격화된 데이터로 변환하여 상기 심층 신경망 학습에 이용하는, 의료용 초음파 영상을 분류하는 스마트 기기.

[청구항 19] 제 17 항에 있어서,

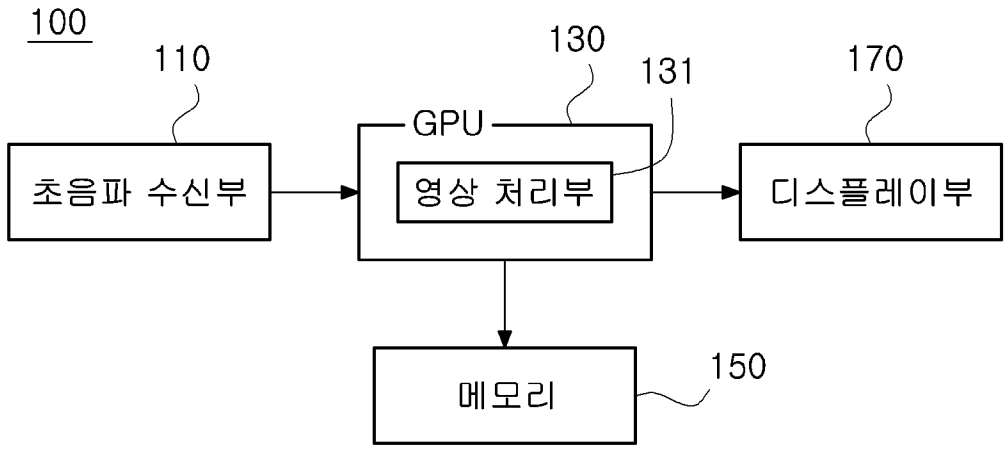
상기 GPU는,
상기 블랙홀 필터링과 상기 이미지 리사이징 및 제1 히든 레이어, 상기 에지 강화 및 제2 히든 레이어, 스캔변환 및 제3 히든 레이어를 상기 GPU에 의한 실행을 서로 독립적인 실행으로서 각 렌더 사이클에 공유시키는, 의료용 초음파 영상을 분류하는 스마트 기기.

[청구항 20] 제 17 항에 있어서,
상기 GPU는,
빔포밍된 상기 입력 데이터에 대하여 초기화(initialization)과정, 렌더씬(render scene)과정, 그래픽스 파이프라인(graphics pipeline)과정을 수행하여 초음파 이미지를 생성하고, 상기 그래픽스 파이프라인은 OpenGL ES 환경의 그래픽 처리 장치(GPU)를 이용하여 상기 영상 복원 과정을 수행하는, 의료용 초음파 영상을 분류하는 스마트 기기.

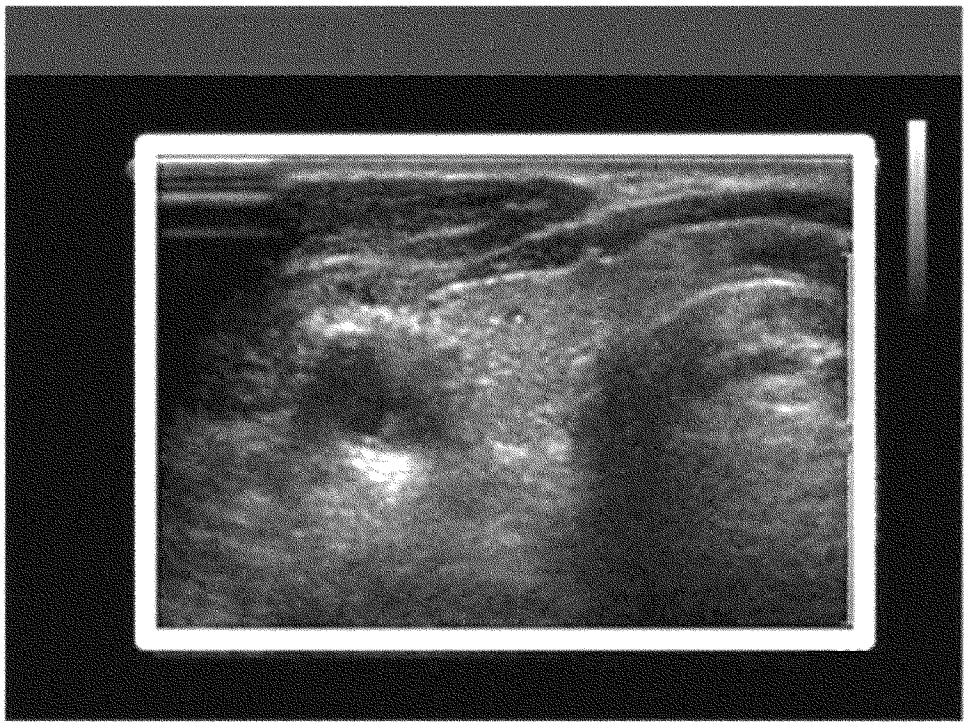
[도1]



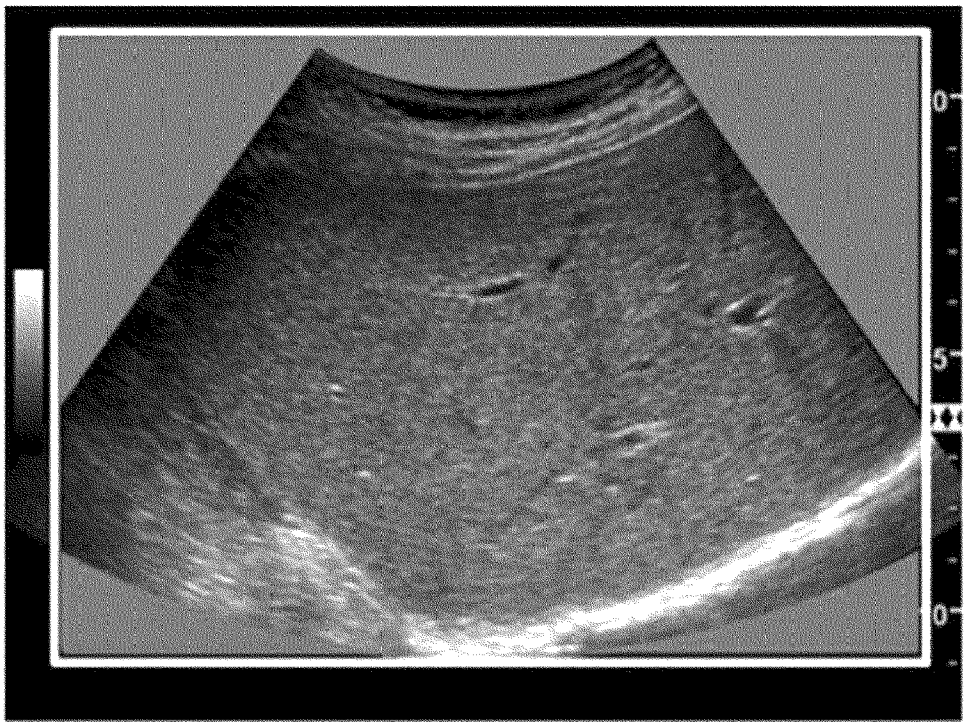
[도2]



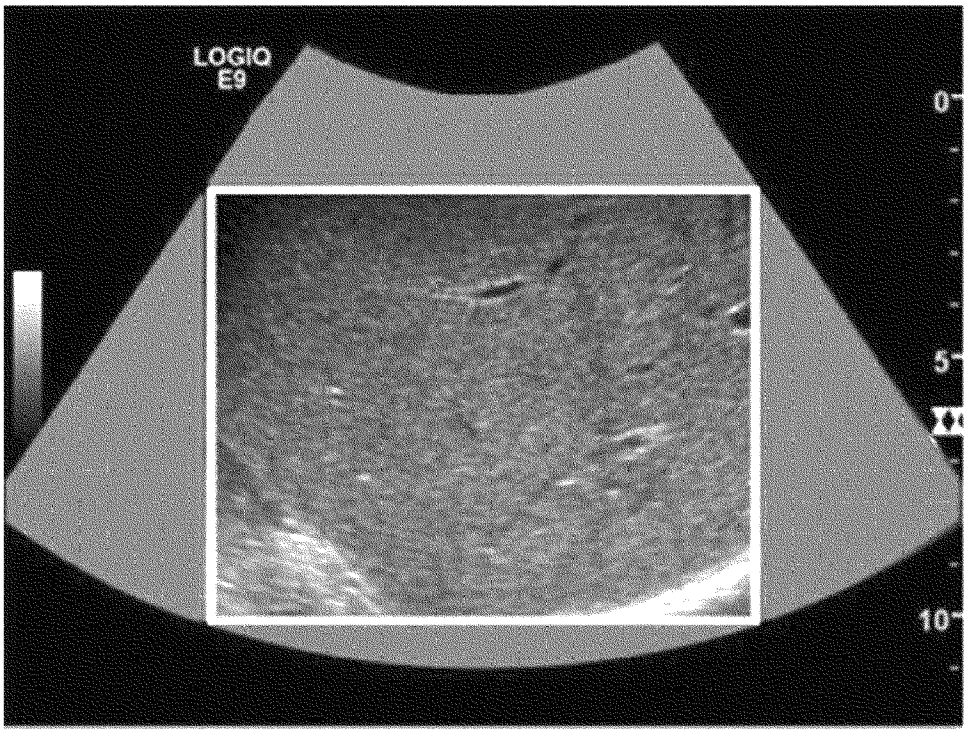
[도3]



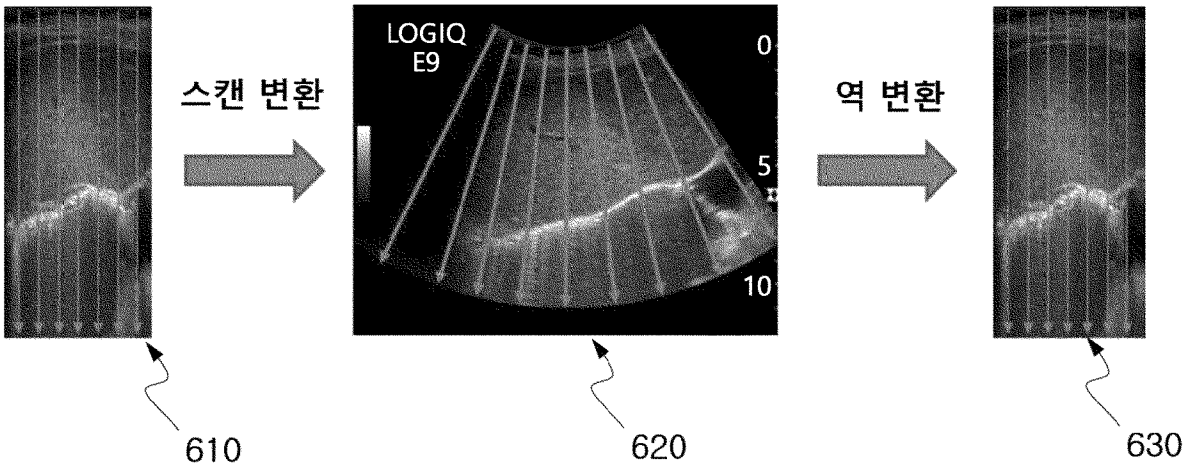
[도4]



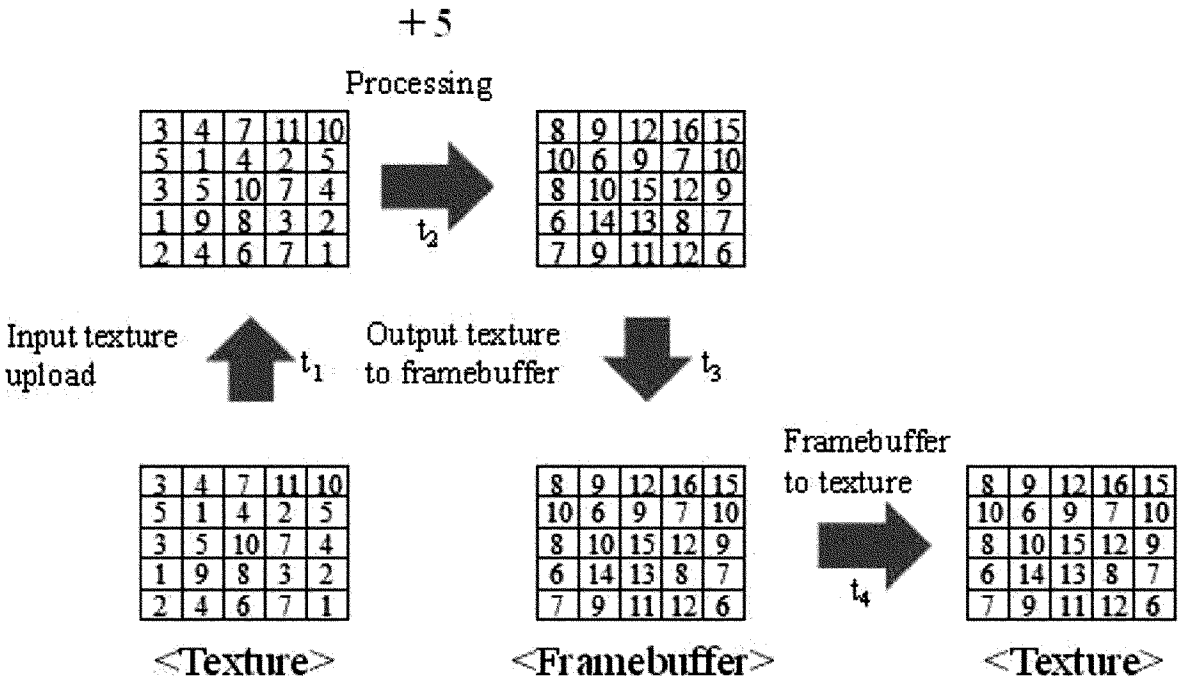
[도5]



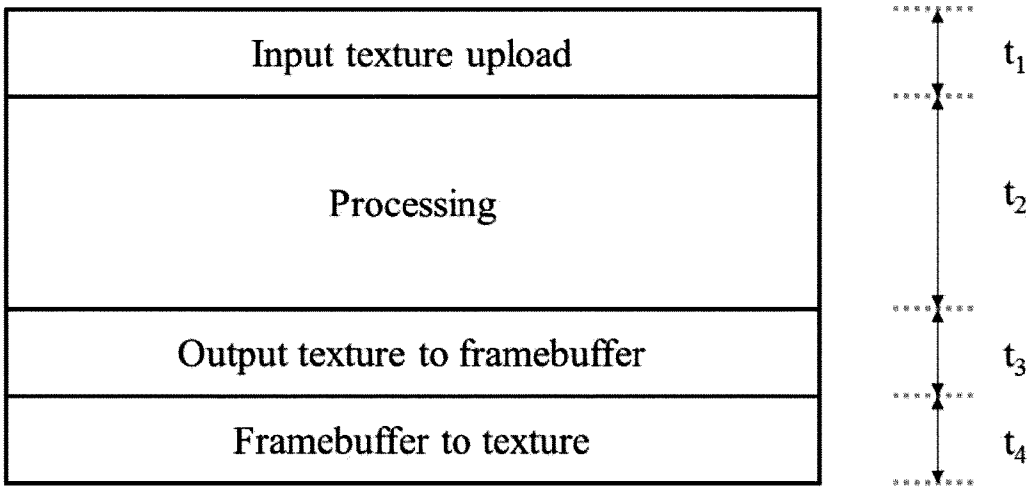
[도6]



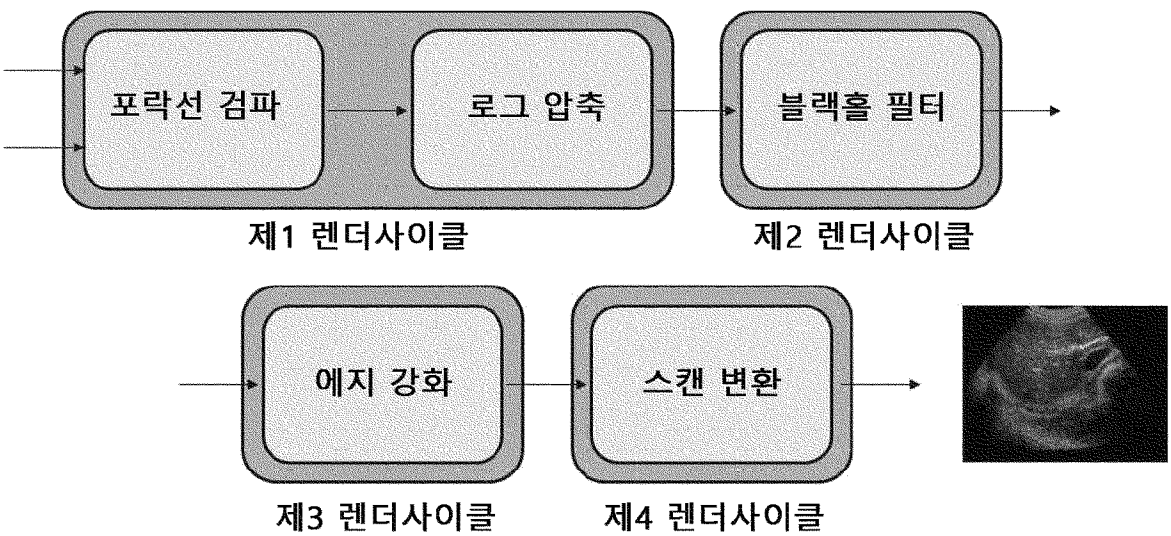
[도7a]


+5
Processing
3 4 7 11 10
5 1 4 2 5
3 5 10 7 4
1 9 8 3 2
2 4 6 7 1
t2
8 9 12 16 15
10 6 9 7 10
8 10 15 12 9
6 14 13 8 7
7 9 11 12 6
Input texture upload
t1
Output texture to framebuffer
t3
Framebuffer to texture
t4
<Texture>
<Framebuffer>
<Texture>

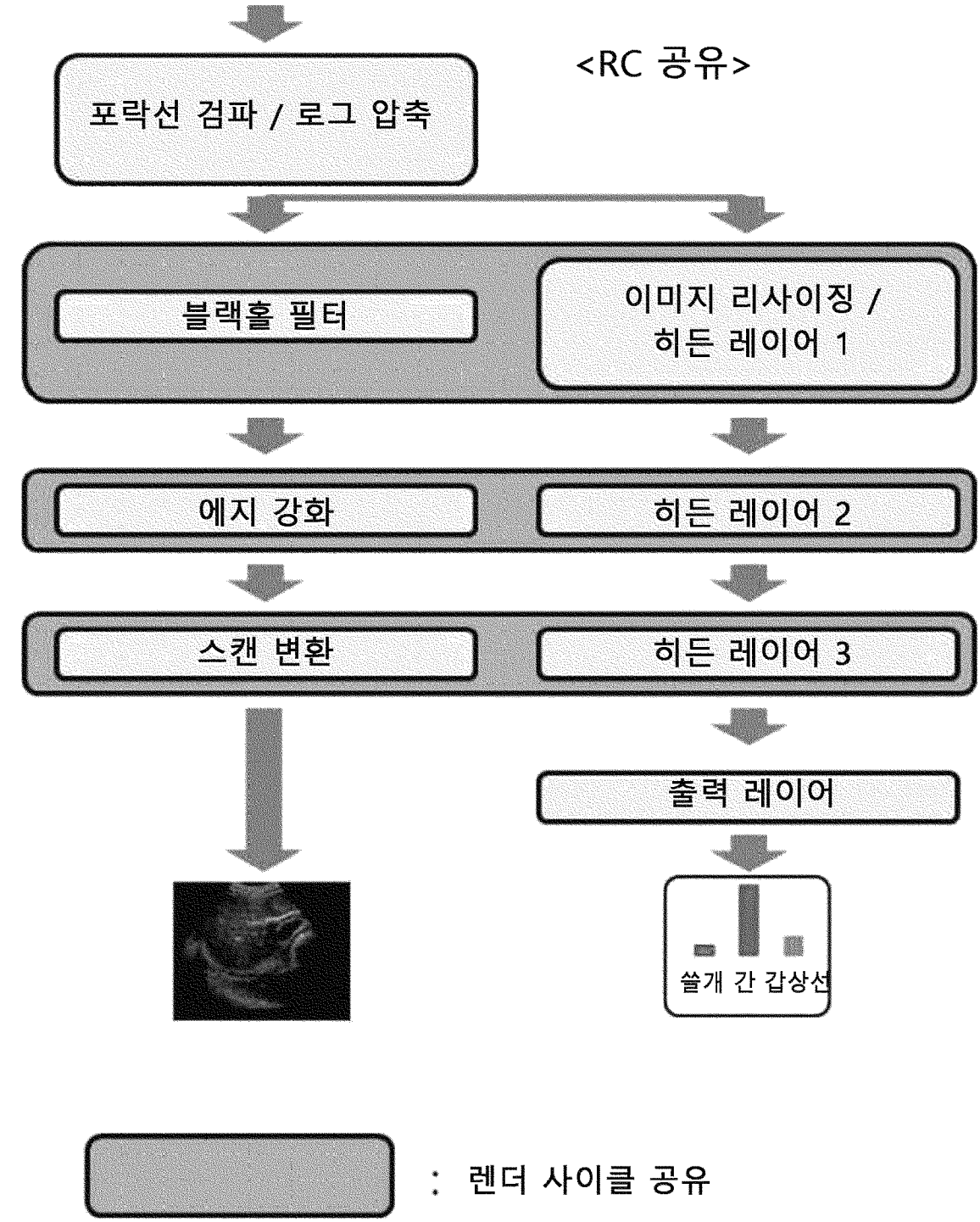
[도7b]


Input texture upload
Processing
Output texture to framebuffer
Framebuffer to texture
t1
t2
t3
t4

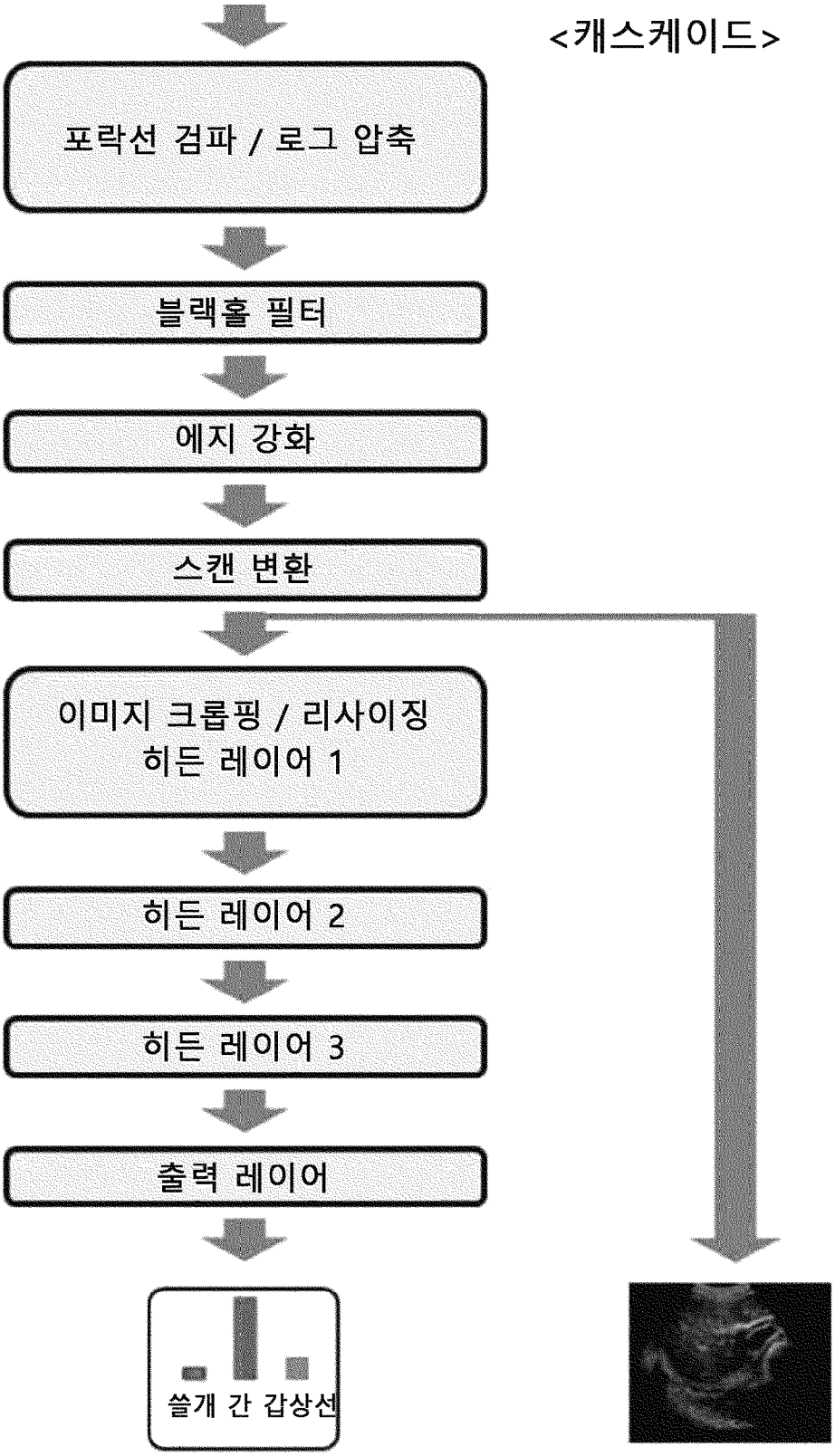
[도8]


포락선 검파
로그 압축
블랙홀 필터
제1 렌더사이클
제2 렌더사이클
에지 강화
스캔 변환
제3 렌더사이클
제4 렌더사이클

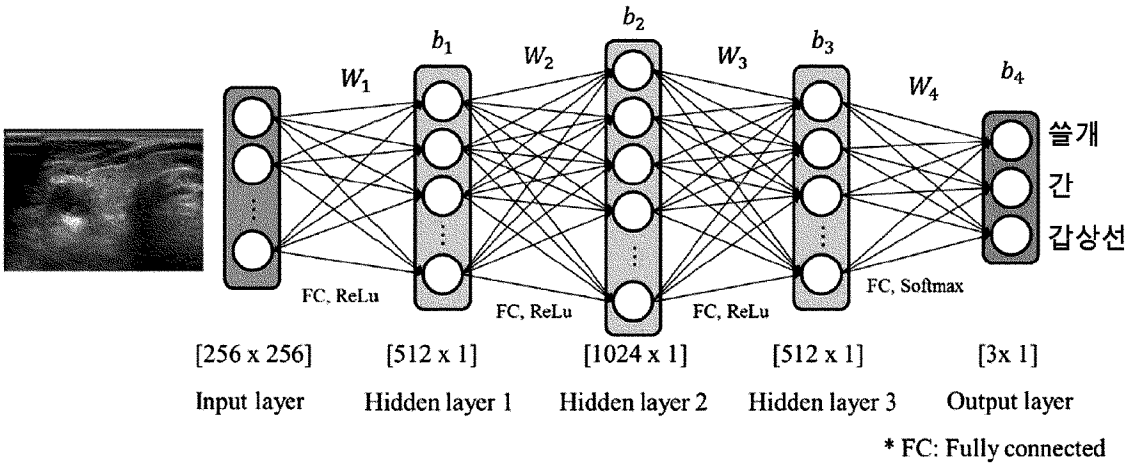
[도9]


포락선 검파 / 로그 압축
<RC 공유>
블랙홀 필터
이미지 리사이징 / 히든 레이어 1
에지 강화
히든 레이어 2
스캔 변환
히든 레이어 3
출력 레이어
쓸개 간 갑상선
: 렌더 사이클 공유

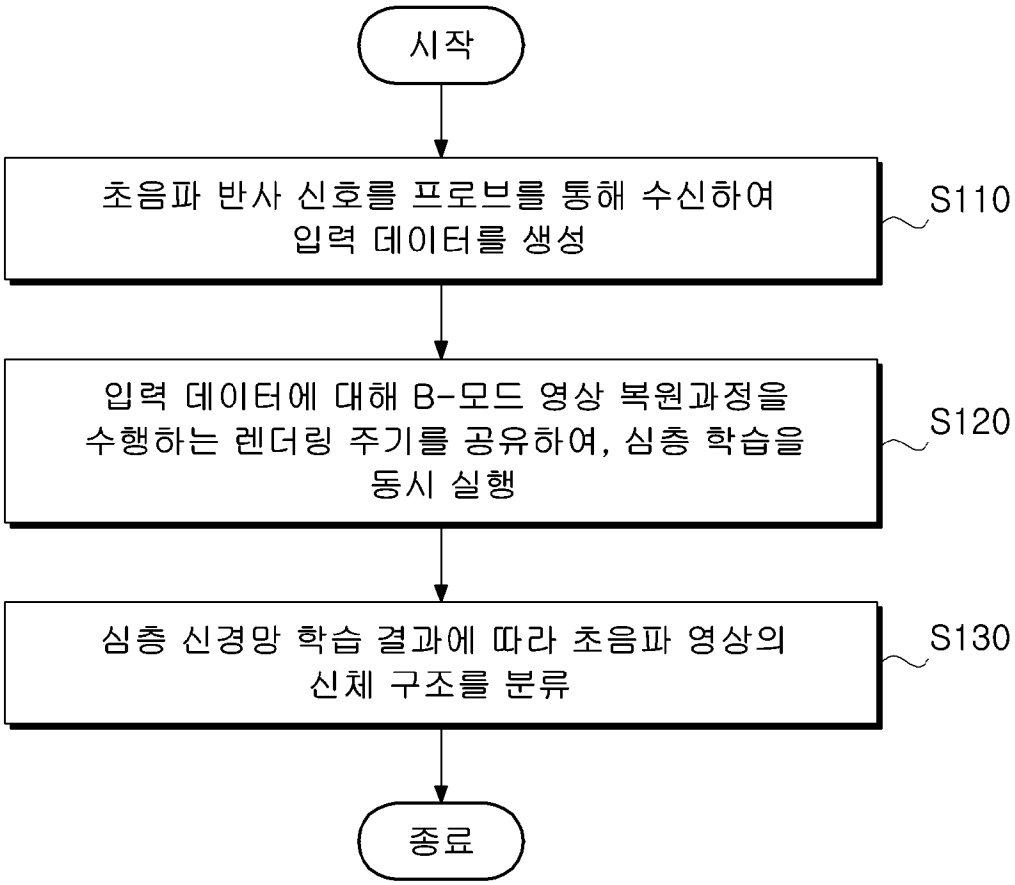
[도10]


<캐스케이드>
포락선 검파 / 로그 압축
블랙홀 필터
에지 강화
스캔 변환
이미지 크롭핑 / 리사이징
히든 레이어 1
히든 레이어 2
히든 레이어 3
출력 레이어
쓸개 간 갑상선

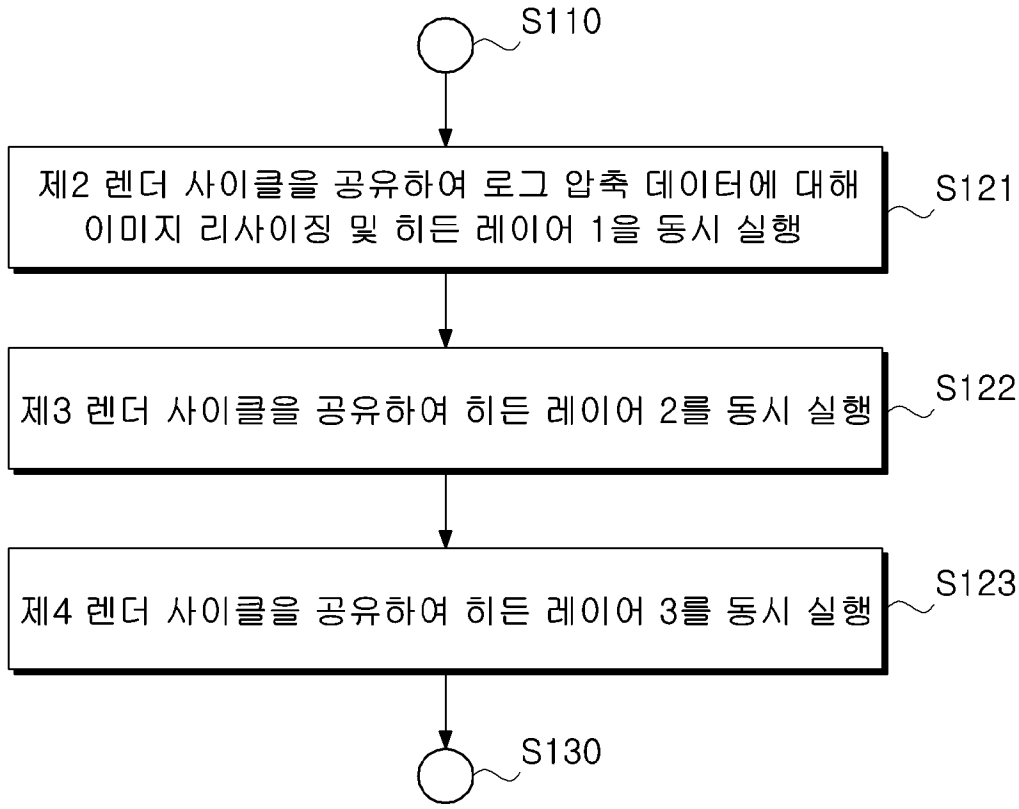
[도11]


W_1
b_1
W_2
b_2
W_3
b_3
W_4
b_4
쓸개
간
갑상선
FC, ReLu
FC, ReLu
FC, ReLu
FC, Softmax
[256 x 256]
Input layer
[512 x 1]
Hidden layer 1
[1024 x 1]
Hidden layer 2
[512 x 1]
Hidden layer 3
[3x 1]
Output layer
* FC: Fully connected

[도12]


시작
초음파 반사 신호를 프로브를 통해 수신하여 입력 데이터를 생성
S110
입력 데이터에 대해 B-모드 영상 복원과정을 수행하는 렌더링 주기를 공유하여, 심층 학습을 동시 실행
S120
심층 신경망 학습 결과에 따라 초음파 영상의 신체 구조를 분류
S130
종료

[도13]


S110
제2 렌더 사이클을 공유하여 로그 압축 데이터에 대해 이미지 리사이징 및 히든 레이어 1을 동시 실행
S121
제3 렌더 사이클을 공유하여 히든 레이어 2를 동시 실행
S122
제4 렌더 사이클을 공유하여 히든 레이어 3를 동시 실행
S123
S130

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2018/010580

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/10(2017.01)i, G06T 3/40(2006.01)i, G06T 15/00(2006.01)i, G06T 1/20(2006.01)i, A61B 8/08(2006.01)i, G06K 9/62(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)

G06T 7/10; A61B 5/055; A61B 8/00; A61B 8/14; G06F 9/38; G06F 9/50; G06N 3/04; G06N 3/08; G06T 1/40; G06T 7/00; G06T 3/40; G06T 15/00; G06T 1/20; A61B 8/08; G06K 9/62

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: ultrasonic wave, reflection, rendering cycle, deep neural network learning, deep learning, classification

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2012-0059740 A (SAMSUNG MEDISON CO., LTD.) 11 June 2012 See paragraphs [0011]-[0018]; claim 1; and figures 1-2.	1,7-8
A		2-6,9-20
Y	KR 10-2016-0049897 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 10 May 2016 See paragraphs [0042]-[0055]; and figure 2.	1,7-8
Y	KR 10-2012-0031759 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 04 April 2012 See paragraphs [0009], [0019]-[0025]; and figure 4.	1,7-8
A	JP 2016-143353 A (NTT COMWARE CORP.) 08 August 2016 See paragraphs [0021]-[0037]; and figures 1-2.	1-20
A	KR 10-2016-0112186 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 28 September 2016 See paragraphs [0025]-[0048]; and figures 1-3.	1-20

☐ 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
"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
21 NOVEMBER 2018 (21.11.2018)	**21 NOVEMBER 2018 (21.11.2018)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2018/010580

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0059740 A	11/06/2012	NONE	
KR 10-2016-0049897 A	10/05/2016	US 0039501 B2	07/08/2018
		US 2016-0117818 A1	28/04/2016
KR 10-2012-0031759 A	04/04/2012	CN 103124957 A	29/05/2013
		CN 103124957 B	08/09/2017
		EP 2622474 A2	07/08/2013
		JP 2013-537991 A	07/10/2013
		JP 5985484 B2	06/09/2016
		KR 10-1710910 B1	13/03/2017
		US 2012-0079498 A1	29/03/2012
		US 9311157 B2	12/04/2016
		WO 2012-044015 A2	05/04/2012
		WO 2012-044015 A3	21/06/2012
JP 2016-143353 A	08/08/2016	JP 6148265 B2	14/06/2017
KR 10-2016-0112186 A	28/09/2016	US 2016-0275397 A1	22/09/2016

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2018/010580

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06T 7/10(2017.01)i, G06T 3/40(2006.01)i, G06T 15/00(2006.01)i, G06T 1/20(2006.01)i, A61B 8/08(2006.01)i, G06K 9/62(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G06T 7/10; A61B 5/055; A61B 8/00; A61B 8/14; G06F 9/38; G06F 9/50; G06N 3/04; G06N 3/08; G06T 1/40; G06T 7/00; G06T 3/40; G06T 15/00; G06T 1/20; A61B 8/08; G06K 9/62

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: 초음파, 반사, 렌더링 주기, 심층 신경망 학습, 딥 러닝, 분류

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2012-0059740 A (삼성메디슨 주식회사) 2012.06.11 단락 [0011]-[0018]; 청구항 1; 및 도면 1-2 참조.	1,7-8
A		2-6,9-20
Y	KR 10-2016-0049897 A (삼성전자주식회사) 2016.05.10 단락 [0042]-[0055]; 및 도면 2 참조.	1,7-8
Y	KR 10-2012-0031759 A (삼성전자주식회사) 2012.04.04 단락 [0009], [0019]-[0025]; 및 도면 4 참조.	1,7-8
A	JP 2016-143353 A (NTT COMWARE CORP.) 2016.08.08 단락 [0021]-[0037]; 및 도면 1-2 참조.	1-20
A	KR 10-2016-0112186 A (삼성전자주식회사 등) 2016.09.28 단락 [0025]-[0048]; 및 도면 1-3 참조.	1-20

☐ 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

"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
2018년 11월 21일 (21.11.2018)	2018년 11월 21일 (21.11.2018)

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

심사관
안정환
전화번호 +82-42-481-8633

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2018/010580

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0059740 A	2012/06/11	없음	
KR 10-2016-0049897 A	2016/05/10	US 0039501 B2	2018/08/07
		US 2016-0117818 A1	2016/04/28
KR 10-2012-0031759 A	2012/04/04	CN 103124957 A	2013/05/29
		CN 103124957 B	2017/09/08
		EP 2622474 A2	2013/08/07
		JP 2013-537991 A	2013/10/07
		JP 5985484 B2	2016/09/06
		KR 10-1710910 B1	2017/03/13
		US 2012-0079498 A1	2012/03/29
		US 9311157 B2	2016/04/12
		WO 2012-044015 A2	2012/04/05
		WO 2012-044015 A3	2012/06/21
JP 2016-143353 A	2016/08/08	JP 6148265 B2	2017/06/14
KR 10-2016-0112186 A	2016/09/28	US 2016-0275397 A1	2016/09/22