

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021년 9월 16일 (16.09.2021) **WIPO | PCT**

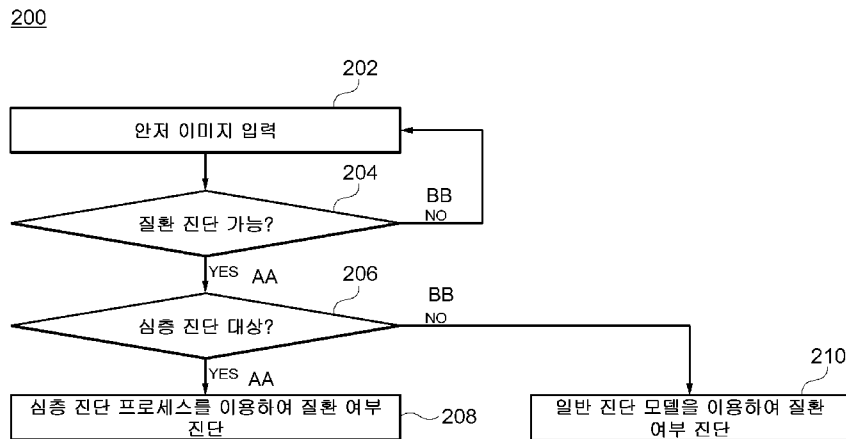


(10) 국제공개번호
WO 2021/182889 A2

- (51) 국제특허분류:
A61B 3/00 (2006.01) *G16H 50/20* (2018.01)
A61B 3/12 (2006.01) *G06N 20/00* (2019.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2021/003027
- (22) 국제출원일: 2021년 3월 11일 (11.03.2021)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2020-0030613 2020년 3월 12일 (12.03.2020) KR
- (71) 출원인: 삼성에스디에스 주식회사 (SAMSUNG SDS CO., LTD.) [KR/KR]; 05510 서울시 송파구 올림픽로 35길 125 (신천동, 삼성SDS 웨스트 캠퍼스), Seoul (KR). (의)삼성의료재단 (SAMSUNG MEDICAL CENTER) [KR/KR]; 03181 서울시 종로구 새문안로 29 (평동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 송수정 (SONG, Su Jeong); 06544 서울시 서초구 신반포로 270, 104동 1503호(반포동, 반 포자이아파트), Seoul (KR). 송지은 (SONG, Ji Eun); 05510 서울시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동, 삼성SDS 웨스트 캠퍼스), Seoul (KR). 이준호 (LEE, Joon Ho); 05510 서울시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동, 삼성SDS 웨스트 캠퍼스), Seoul (KR). 이준석 (LEE, Joon Seok); 05510 서울시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동, 삼성SDS 웨스트 캠퍼스), Seoul (KR). 조수아 (CHO, Soo Ah); 05510 서울시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동, 삼성SDS 웨스트 캠퍼스), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 두호특허법인 (DOOHO IP LAW FIRM); 06061 서울시 강남구 언주로 706, 3층 (논현동, 시그너스빌딩), 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,

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR IMAGE-BASED EYE DISEASE DIAGNOSIS

(54) 발명의 명칭: 영상 기반의 안질환 진단 장치 및 방법



202 ... Input fundus image
204 ... Is disease diagnosis possible?
206 ... Target of in-depth diagnosis?
208 ... Diagnose whether disease is present by using in-depth diagnosis process
210 ... Diagnose whether disease is present by using general diagnosis model
AA ... YES
BB ... NO

(57) Abstract: Provided are an apparatus and method for image-based eye disease diagnosis. A method according to one embodiment comprises the steps of: receiving an input of a fundus image, and using an in-depth diagnosis target classification model to determine whether the fundus image is a target of in-depth diagnosis; and determining whether a disease is present in the fundus image, wherein said determination is made through a preset in-depth diagnosis process if the fundus image is determined to be a target of in-depth diagnosis, and by applying the fundus image to a general diagnosis model if the fundus image is determined not to be a target of in-depth diagnosis.

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, 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, 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).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(57) 요약서: 영상 기반의 안질환 진단 장치 및 방법이 제공된다. 일 실시예에 따른 방법은 안저(fundus) 이미지를 입력받고, 심층 진단 대상 분류 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계; 상기 판단 결과 심층 진단 대상인 경우 기 설정된 심층 진단 과정을 통해 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하고, 상기 판단 결과 심층 진단 대상이 아닌 경우 상기 안저 이미지를 일반 진단 모델에 적용하여 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 영상 기반의 안질환 진단 장치 및 방법

기술분야

- [1] 개시되는 실시예들은 안저(fundus) 이미지를 기반으로 안질환을 진단하기 위한 기술과 관련된다.

배경기술

- [2] 의료 분야는 인간의 생명과 직결되기 때문에 고도의 전문성이 요구된다. 질환 진단을 위해서도 이러한 이유로 고가의 장비나 전문 의료진이 필수적이다. 그러나 최근 들어 의료 영상을 입력 데이터로 하는 심층 신경망(deep learning)을 이용하여 질환을 자동으로 진단해 내려는 시도가 꾸준히 이어져 왔다. 전문의의 소견을 바탕으로 학습된 심층 신경망 모델은 평균 수준의 의료진의 진단 보조 역할을 수행할 수 있을 뿐만 아니라, 모델의 성능에 따라 단독 진단도 시도될 수 있다. 이와 같은 모델을 잘 이용할 경우 의료진의 수준 및 고가의 장비 유무와 관계없이 균등한 수준의 의료 인프라를 제공할 수 있다.
- [3] 질환 진단을 위한 심층 신경망 모델의 경우, 의료 분야의 특수성 때문에 여타의 모델들 보다 높은 정확도(accuracy) 및 민감도(sensitivity), 다시 말해 높은 신뢰도(confidence)가 요구된다. 특히 질환이 있으나 이를 없다고 오판하는 이른바 거짓 음성(false negative)의 경우 자칫 환자에게 치명적인 결과를 초래할 수 있으므로, 이를 최소화하기 위한 수단이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 개시되는 실시예들은 안저 이미지를 이용하여 안질환의 존재 여부를 효과적으로 진단하기 위한 기술적인 수단을 제공하기 위한 것이다.

기술적 해결방법

- [5] 예시적인 실시예에 따르면, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 수행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서, 안저(fundus) 이미지를 입력받고, 심층 진단 대상 분류 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계; 상기 판단 결과 심층 진단 대상인 경우 기 설정된 심층 진단 과정을 통해 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하고, 상기 판단 결과 심층 진단 대상이 아닌 경우 상기 안저 이미지를 일반 진단 모델에 적용하여 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하는 단계를 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 방법이 제공된다.
- [6] 상기 심층 진단 대상 분류 모델은, 각각 진단 난이도가 레이블링된 복수의 분류 모델 학습 이미지를 이용하여 학습된 것일 수 있다.
- [7] 상기 진단 난이도는, 각 분류 모델 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을

랜덤 적용하여 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하고, 생성된 상기 N 개의 증강 이미지를 상기 일반 진단 모델에 입력한 결과값 중 정답 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산하며, 상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 계산된 정답 확률(M/N)을 기 설정된 기준 확률과 비교함으로써 계산될 수 있다.

- [8] 상기 방법은, 상기 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계의 수행 전, 이미지 품질 평가 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 진단 가능 여부를 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [9] 상기 이미지 품질 평가 모델은, 각각 진단 가능 여부가 레이블링된 복수의 이미지 품질 평가 모델 학습 이미지에 의하여 학습된 것일 수 있다.
- [10] 상기 심층 진단 과정은, 상기 안저 이미지를 심층 진단 모델에 입력하고, 이로부터 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계; 상기 진단 스코어의 평균 및 표준편차를 이용하여 상기 진단 스코어의 신뢰 구간을 계산하는 단계; 및 상기 신뢰 구간 및 상기 심층 진단 모델의 기준 임계값을 비교하는 단계를 포함할 수 있다.
- [11] 상기 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계는, 상기 심층 진단 모델에 랜덤하게 드롭아웃(dropout)을 적용하거나, 또는 상기 안저 이미지에 테스트 데이터 증강 기법(test-time augmentation)을 적용하여 상기 복수의 진단 스코어를 출력하도록 구성될 수 있다.
- [12] 상기 비교하는 단계는, 상기 비교 결과 상기 신뢰 구간의 최소값이 상기 기준 임계값을 초과하는 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하는 것으로 판단하고, 상기 신뢰 구간의 최대값이 상기 기준 임계값 미만인 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하지 않는 것으로 판단하며, 상기 기준 임계값이 상기 신뢰 구간의 최소값 및 최대값 사이에 존재하는 경우, 질환 유무 판단을 위한 추가 진단이 필요한 것으로 판단할 수 있다.
- [13] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 수행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서, 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하는 단계; 생성된 상기 N 개의 증강 이미지를 질환 진단 모델에 입력한 결과값 중 정답 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산하는 단계; 상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 정답 확률(M/N)을 계산하고, 상기 정답 확률을 기 설정된 기준 확률과 비교하여 상기 학습 이미지의 진단 난이도를 레이블링하는 단계; 및 상기 진단 난이도가 레이블링된 상기 학습 이미지를 이용하여 심층 진단 대상 분류 모델을 학습하는 단계를 포함하는, 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 방법이 제공된다.
- [14] 상기 진단 난이도를 레이블링하는 단계는, 상기 정답 확률이 상기 기준 확률을 초과하는 경우 상기 진단 난이도를 "낮음"으로 레이블링하고, 상기 정답 확률이

상기 기준 확률보다 낮은 경우 상기 진단 난이도를 "높음"으로 레이블링하도록 구성될 수 있다.

- [15] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 하나 이상의 프로세서들; 메모리; 및 하나 이상의 프로그램들을 포함하고, 상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며, 상기 하나 이상의 프로그램들은, 안저(fundus) 이미지를 입력받고, 심층 진단 대상 분류 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계; 상기 판단 결과 심층 진단 대상인 경우 기 설정된 심층 진단 과정을 통해 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하고, 상기 판단 결과 심층 진단 대상이 아닌 경우 상기 안저 이미지를 일반 진단 모델에 적용하여 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하는 단계를 수행하기 위한 명령을 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 장치가 제공된다.
- [16] 상기 심층 진단 대상 분류 모델은, 각각 진단 난이도가 레이블링된 복수의 분류 모델 학습 이미지를 이용하여 학습된 것일 수 있다.
- [17] 상기 진단 난이도는, 각 분류 모델 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하고, 생성된 상기 N 개의 증강 이미지를 상기 일반 진단 모델에 입력한 결과값 중 정답 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산하며, 상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 계산된 정답 확률(M/N), 및 기 설정된 기준 확률과 비교함으로써 계산될 수 있다.
- [18] 상기 하나 이상의 프로그램들은, 상기 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계의 수행 전, 이미지 품질 평가 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 진단 가능 여부를 판단하는 단계를 더 수행하기 위한 명령을 포함할 수 있다.
- [19] 상기 이미지 품질 평가 모델은, 각각 진단 가능 여부가 레이블링된 복수의 이미지 품질 평가 모델 학습 이미지에 의하여 학습된 것일 수 있다.
- [20] 상기 심층 진단 과정은, 상기 안저 이미지를 심층 진단 모델에 입력하고, 이로부터 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계; 상기 진단 스코어의 평균 및 표준편차를 이용하여 상기 진단 스코어의 신뢰 구간을 계산하는 단계; 및 상기 신뢰 구간 및 상기 심층 진단 모델의 기준 임계값을 비교하는 단계를 포함할 수 있다.
- [21] 상기 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계는, 상기 심층 진단 모델에 랜덤하게 드롭아웃(dropout)을 적용하거나, 또는 상기 안저 이미지에 테스트 데이터 증강 기법(test-time augmentation)을 적용하여 상기 복수의 진단 스코어를 출력하도록 구성될 수 있다.
- [22] 상기 비교하는 단계는, 상기 비교 결과 상기 신뢰 구간의 최소값이 상기 기준 임계값을 초과하는 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하는 것으로 판단하고, 상기 신뢰 구간의 최대값이 상기 기준 임계값 미만인 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하지 않는 것으로 판단하며, 상기 기준 임계값이 상기 신뢰 구간의

최소값 및 최대값 사이에 존재하는 경우, 질환 유무 판단을 위한 추가 진단이 필요한 것으로 판단할 수 있다.

- [23] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 하나 이상의 프로세서들; 메모리; 및 하나 이상의 프로그램들을 포함하고, 상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며, 상기 하나 이상의 프로그램들은, 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하는 단계; 생성된 상기 N 개의 증강 이미지를 질환 진단 모델에 입력한 결과값 중 정답 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산하는 단계; 상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 정답 확률(M/N)을 계산하고, 상기 정답 확률을 기 설정된 기준 확률과 비교하여 상기 학습 이미지의 진단 난이도를 레이블링하는 단계; 및 상기 진단 난이도가 레이블링된 상기 학습 이미지를 이용하여 심층 진단 대상 분류 모델을 학습하는 단계를 수행하기 위한 명령을 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 장치가 제공된다.

- [24] 상기 진단 난이도를 레이블링하는 단계는, 상기 정답 확률이 상기 기준 확률을 초과하는 경우 상기 진단 난이도를 "낮음"으로 레이블링하고, 상기 정답 확률이 상기 기준 확률보다 낮은 경우 상기 진단 난이도를 "높음"으로 레이블링하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

- [25] 예시적인 실시예들에 따를 경우, 안저 이미지의 질환 유무가 아닌 질환 진단 난이도에 따라 학습된 기계 학습 모델을 이용하여 안저 이미지의 심층 진단 여부를 판단하고, 진단 난이도가 높은 이미지의 경우 심층 진단 프로세스를 적용함으로써 진단 과정에서의 거짓 음성(false negative) 및 거짓 양성(false positive) 모두의 발생 가능성을 최소화하고 진단의 정확도를 높일 수 있다.
- [26] 또한 개시되는 실시예들에 따를 경우 기계 학습 모델에 따른 진단 스코어 자체가 아닌, 진단 스코어의 분포를 최종 진단에 활용함으로써 진단의 정확도를 높이고 진단 오류를 감소시킬 수 있다.
- [27] 또한 개시되는 실시예들에 따를 경우 이미지 품질 평가 모델을 이용하여 질환 진단에 부적합한 이미지를 자동으로 걸러냄으로써 이미지의 사전 판독 결과를 자동화하는 동시에 진단 결과의 신뢰도를 높일 수 있다.

[28]

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도
- [30] 도 2는 일 실시예에 따른 영상 기반의 안질환 진단 방법을 설명하기 위한 흐름도
- [31] 도 3은 일 실시예에 따른 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 방법을 설명하기

위한 흐름도

[32] 도 4는 일 실시예에 따른 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 과정 중 학습 이미지를 증강하는 과정을 설명하기 위한 예시도

[33] 도 5는 일 실시예에 따른 심층 진단 프로세스를 통한 질환 진단 과정을 설명하기 위한 흐름도

[34] 도 6 내지 도 8은 진단 스코어의 신뢰 구간 및 기준 임계값과의 관계에 따른 질환 여부 판단을 설명하기 위한 예시도

발명의 실시를 위한 형태

[35] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[36] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[37] 도 1은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술되지 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[38] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 본 발명의 실시예들에 따른 영상 기반의 안질환 진단 장치일 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 후술할 예시적인 실시예에 따른

동작(단계)들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[39] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[40] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[41] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(102)와 연결될 수도 있다.

[42] 도 2는 일 실시예에 따른 영상 기반의 안질환 진단 방법(200)을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 2에 도시된 방법(200)은 예를 들어, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 수행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치(12)에서 수행될 수 있다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[43] 단계 202에서, 컴퓨팅 장치(12)는 안저(fundus) 이미지를 입력받는다.

[44] 단계 204에서, 컴퓨팅 장치(12)는 이미지 품질 평가 모델을 이용하여 입력된 안저 이미지의 질환 진단 가능 여부를 판단한다.

[45] 개시되는 실시예들에서, 이미지 품질 평가 모델은 일종의 QA(Quality Assessment) 모델로서, 각각 질환 진단 가능 여부가 레이블링(labeling)된 복수의 이미지 품질 평가 모델 학습 이미지에 의하여 학습된 기계 학습 모델을

의미한다. 예를 들어, 학습 이미지들 중 이미지의 선명도, 빛 번짐, 밝기 등의 이미지 특성이 질환 진단에 적합하지 않거나, 안저 영상이 아니거나, 질환 진단에 필요한 주요 특징(시신경유두, 황반 등)이 나타나지 않은 이미지의 경우 "진단 불가"로 레이블링될 수 있으며, 이와 반대로 이미지의 특성이 질환 진단에 적합하거나, 안저 영상에 해당하거나, 질환 진단에 필요한 주요 특징이 잘 나타나 있는 경우는 "진단 가능"으로 레이블링될 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 이와 같이 레이블링된 복수의 이미지 품질 평가 모델 학습 이미지를 이용하여 이미지 품질 평가 모델에 대한 학습을 수행하고, 학습된 모델을 이용하여 입력된 안저 이미지의 질환 진단 가능 여부를 판단할 수 있다.

- [46] 만약 상기 204 단계의 판단 결과 입력된 안저 이미지가 진단 불가한 이미지일 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 단계 202로 돌아가 안저 이미지를 재입력받는다. 이 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 안저 이미지를 재촬영해야 한다는 메시지를 출력할 수 있다.
- [47] 만약 상기 204 단계의 판단 결과 입력된 안저 이미지가 진단 가능한 이미지일 경우, 단계 206에서 컴퓨팅 장치(12)는 심층 진단 대상 분류 모델을 이용하여 안저 이미지의 심층 진단 대상 여부를 판단한다. 이때 상기 심층 진단 대상 분류 모델은, 각각 진단 난이도가 레이블링된 복수의 분류 모델 학습 이미지를 이용하여 학습된 기계 학습 모델일 수 있다. 심층 진단 대상 분류 모델에 대해서는 도 3 및 도 4에서 상세히 설명하기로 한다.
- [48] 만약 상기 206 단계의 판단 결과 입력된 안저 이미지가 심층 진단 대상인 경우, 단계 208에서 컴퓨팅 장치(12)는 기 설정된 심층 진단 과정을 통해 상기 안저 이미지의 질환 여부를 진단한다.
- [49] 이와 달리, 상기 206 단계의 판단 결과 입력된 안저 이미지가 심층 진단 대상이 아닌 경우, 단계 210에서 컴퓨팅 장치(12)는 안저 이미지를 일반 진단 모델에 적용하여 상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단한다. 이때, 상기 일반 진단 모델은 각각 질환 여부가 레이블링된 복수의 안저 이미지를 학습 이미지로 하여 학습된 기계 학습 모델을 의미한다.
- [50] 도 3은 일 실시예에 따른 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 방법(300)을 설명하기 위한 흐름도이다. 개시되는 실시예들에서 심층 진단 대상인지의 여부는 이미지에 질환이 존재하는지의 여부가 아닌, 이미지의 질환 진단 난이도에 따라 결정된다. 즉, 본 발명에 따른 심층 진단 대상 분류 모델은 질환 여부와 관계 없이 질환 여부의 판단 난이도가 높은 이미지의 경우 심층 진단이 필요한 것으로 분류하고, 질환 여부의 판단 난이도가 낮은 이미지의 경우 심층 진단이 불필요한 것으로 분류한다.
- [51] 일 실시예에서, 도 3에 도시된 방법(300)은 전술한 컴퓨팅 장치(12)에서 수행될 수 있다. 즉, 컴퓨팅 장치(12)는 후술할 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 방법(300)을 직접 수행하여 심층 진단 대상 분류 모델을 구성하고 이를 이용하여 입력된 이미지가 심층 진단 대상인지의 여부를 판단할 수 있다. 다른

실시예에서, 도 3에 도시된 방법(300)은 다른 컴퓨팅 장치(120)에서 수행될 수 있다. 즉, 이 경우 컴퓨팅 장치(12)는 다른 컴퓨팅 장치로부터 학습이 완료된 심층 진단 대상 분류 모델을 제공받고, 이를 이용하여 입력된 이미지가 심층 진단 대상인지의 여부를 판단할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여 컴퓨팅 장치(12)가 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 방법(300)을 수행하는 것으로 가정한다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

- [52] 단계 302에서, 컴퓨팅 장치(12)는 심층 진단 분류 모델의 학습 이미지를 입력받는다. 이때 상기 학습 이미지는 질환 존재 여부가 레이블링된 이미지이다.
- [53] 단계 304에서, 컴퓨팅 장치(12)는 입력된 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성한다.
- [54] 도 4는 일 실시예에 따른 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 과정 중 학습 이미지를 증강하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다. 일 실시예에서, 상기 이미지 증강 기법은 학습 이미지에 대한 밝기 변환, 대비 변환, 색상 변환, 회전, 대칭이동, 평행이동, 크롭핑(cropping) 등 이미지의 시각적 특성을 변화시키기 위한 모든 종류의 변환 기법을 포함할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 이와 같은 이미지 증강 기법 중 하나 이상을 랜덤하게 적용하여 학습 이미지(402)로부터 N 개의 증강 이미지(404)를 생성할 수 있다. 이때 증강된 각 이미지들은 입력된 학습 이미지와 동일한 레이블을 가지도록 레이블링된다. 즉, 원본 학습 이미지가 질환이 존재하는 것으로 레이블링되었다면, 증강된 각 이미지들 또한 질환이 존재하는 것으로 레이블링된다.
- [55] 단계 306에서, 컴퓨팅 장치(12)는 증강된 N 개의 이미지를 질환 진단 모델에 입력한다. 일 실시예에서, 상기 질환 진단 모델은 전술한 일반 진단 모델과 동일한 모델일 수 있다.
- [56] 단계 308에서, 컴퓨팅 장치(12)는 상기 질환 진단 모델의 출력값을 정답(해당 이미지의 레이블)과 비교하여 정답 레이블을 도출한 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산한다.
- [57] 단계 310에서, 컴퓨팅 장치(12)는 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 정답 확률(M/N)을 계산하고, 상기 정답 확률(M/N)을 기 설정된 기준 확률(P)과 비교한다. 이때 상기 기준 확률(P)은 진단 모델의 성능 요구 기준, 이미지의 특성 등을 고려하여 적절하게 설정될 수 있다.
- [58] 만약 상기 310 단계의 비교 결과 정답 확률(M/N)이 기준 확률보다 작은 경우, 단계 312에서 컴퓨팅 장치(12)는 입력된 학습 이미지의 진단 난이도를 "높음"으로 레이블링한다.
- [59] 이와 달리 상기 310 단계의 비교 결과 정답 확률(M/N)이 기준 확률을 초과하는 경우, 단계 314에서 컴퓨팅 장치(12)는 입력된 학습 이미지의 진단 난이도를

"낮음"으로 레이블링한다.

[60] 단계 316에서, 컴퓨팅 장치(12)는 진단 난이도가 레이블링된 학습 이미지를 이용하여 심층 진단 대상 분류 모델을 학습한다.

[61] 도 5는 일 실시예에 따른 심층 진단 프로세스를 통한 질환 진단 과정(208)을 설명하기 위한 흐름도이다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[62] 단계 502에서, 컴퓨팅 장치(12)는 심층 진단이 필요한 것으로 판단된 안저 이미지를 입력받고 이로부터 복수의 진단 스코어를 출력한다. 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 심층 진단 대상 안저 이미지를 질환 진단 모델에 입력하여 상기 복수(K개, K는 2 이상의 자연수)의 진단 스코어를 출력할 수 있다. 이때 상기 질환 진단 모델은 전술한 일반 진단 모델과 동일한 모델일 수도 있고, 이와는 별도의 기계 학습 모델일 수도 있다. 또한 상기 진단 스코어는 상기 안저 이미지를 질환 진단 모델에 입력하였을 경우의 출력값으로서, 안저 이미지에 질환이 존재할 확률을 0과 1 사이의 값으로 나타낸 값일 수 있다.

[63] 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 몬테카를로 드롭아웃(Monte-Carlo Dropout) 방법을 적용하여 상기 복수의 진단 스코어를 계산할 수 있다. 몬테카를로 드롭아웃 방법은 하나의 이미지를 질환 진단 모델에 입력시 랜덤하게 드롭아웃(dropout)을 적용하여 복수 개의 진단 스코어를 도출하는 방법이다. 다른 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 테스트 데이터 증강 기법(TTA, Test-Time Augmentation)를 이용하여 상기 복수의 진단 스코어를 계산할 수 있다. TTA는 하나의 이미지에 이미지 증강 기법을 랜덤하게 적용하여 복수 개의 증강된 이미지를 얻고, 이를 질환 진단 모델에 입력하여 복수 개의 진단 스코어를 도출하는 방법이다. 이 밖에도 컴퓨팅 장치(12)는 다양한 기법을 적용하여 이미지로부터 복수의 진단 스코어를 얻어낼 수 있다.

[64] 단계 504에서, 컴퓨팅 장치(12)는 출력된 복수의 진단 스코어의 신뢰 구간을 계산한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 상기 진단 스코어의 평균(m) 및 표준편차(σ)를 이용하여 상기 진단 스코어의 신뢰 구간을 계산할 수 있다. 예를 들어, 상기 신뢰 구간은 다음과 같이 정해질 수 있다.

[65] $m - 2\sigma \leq \text{신뢰 구간} \leq m + 2\sigma$

[66] 신뢰 구간의 크기는 이미지의 특성 및 질환 진단 모델의 성능 요구 조건 등에 따라 적절하게 설정될 수 있다.

[67] 단계 506에서, 컴퓨팅 장치(12)는 상기 신뢰 구간 및 상기 심층 진단 모델의 기준 임계값(th)을 비교하여 이미지의 질환 존재 여부를 진단한다. 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 상기 비교 결과 상기 신뢰 구간의 최소값이 상기 기준 임계값을 초과하는 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하는 것으로 판단하고, 상기 신뢰 구간의 최대값이 상기 기준 임계값 미만인 경우, 상기 안저 이미지에

질환이 존재하지 않는 것으로 판단하며, 상기 기준 임계값이 상기 신뢰 구간의 최소값 및 최대값 사이에 존재하는 경우, 질환 유무 판단을 위한 추가 진단이 필요한 것으로 판단할 수 있다.

[68] 도 6 내지 도 8은 진단 스코어의 신뢰 구간 및 기준 임계값과의 관계에 따른 질환 여부 판단을 설명하기 위한 예시도이다.

[69] 먼저, 도 6에 도시된 바와 같이 질환 여부를 결정짓는 기준 임계값(th)이 신뢰 구간의 최소값보다 작은 경우는 신뢰 구간 전체가 질환 존재 구간에 해당하게 된다. 따라서 이 경우 컴퓨팅 장치(12)는 해당 이미지에 질환이 존재하는 것으로 판단한다.

[70] 이와 달리, 도 7에 도시된 바와 같이 질환 여부를 결정짓는 기준 임계값(th)이 신뢰 구간의 최대값보다 큰 경우는 신뢰 구간 전체가 질환 미존재 구간에 해당하게 된다. 따라서 이 경우 컴퓨팅 장치(12)는 해당 이미지에 질환이 존재하지 않는 것으로 판단한다.

[71] 한편, 도 8에 도시된 바와 같이 기준 임계값(th)이 신뢰 구간의 최소값 및 최대값 사이에 존재하는 경우는 복수의 진단 스코어 중 일부는 질환이 존재하는 것으로, 나머지는 질환이 존재하지 않는 것으로 판단된 경우에 해당한다. 즉, 이 경우는 질환 존재 여부에 불확실성이 존재하는 것이므로 컴퓨팅 장치(12)는 안과 전문의 등에 의한 추가 진단에 의해 최종 진단이 필요한 것으로 판단하게 된다.

[72] 한편, 본 발명의 실시예는 본 명세서에서 기술한 방법들을 컴퓨터상에서 수행하기 위한 프로그램, 및 상기 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 기록매체를 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 기록매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나, 또는 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상적으로 사용 가능한 것일 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 상기 프로그램의 예는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

[73] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[74] 한편, 본 발명의 실시예는 본 명세서에서 기술한 방법들을 컴퓨터상에서 수행하기 위한 프로그램, 및 상기 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독 가능

기록매체를 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 기록매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나, 또는 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상적으로 사용 가능한 것일 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 상기 프로그램의 예는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

- [75] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 하나 이상의 프로세서들, 및
상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 수행되는 하나 이상의
프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는
방법으로서,
안저(fundus) 이미지를 입력받고, 심층 진단 대상 분류 모델을 이용하여
상기 안저 이미지의 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계;
상기 판단 결과 심층 진단 대상인 경우 기 설정된 심층 진단 과정을 통해
상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하고, 상기 판단 결과 심층 진단
대상이 아닌 경우 상기 안저 이미지를 일반 진단 모델에 적용하여 상기
안저 이미지의 질환 여부를 판단하는 단계를 포함하는, 영상 기반의
안질환 진단 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 심층 진단 대상 분류 모델은, 각각 진단 난이도가 레이블링된 복수의
분류 모델 학습 이미지를 이용하여 학습된 것인, 영상 기반의 안질환 진단
방법.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 진단 난이도는,
각 분류 모델 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여
 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하고,
생성된 상기 N 개의 증강 이미지를 상기 일반 진단 모델에 입력한 결과값
중 정답 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산하며,
상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 계산된
정답 확률(M/N)을 기 설정된 기준 확률과 비교함으로써 계산되는, 영상
기반의 안질환 진단 방법.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계의 수행 전,
이미지 품질 평가 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 진단 가능 여부를
판단하는 단계를 더 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 방법.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 이미지 품질 평가 모델은, 각각 진단 가능 여부가 레이블링된 복수의
이미지 품질 평가 모델 학습 이미지에 의하여 학습된 것인, 영상 기반의
안질환 진단 방법.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 심층 진단 과정은,
상기 안저 이미지를 심층 진단 모델에 입력하고, 이로부터 복수의 진단
스코어를 출력하는 단계;

상기 진단 스코어의 평균 및 표준편차를 이용하여 상기 진단 스코어의 신뢰 구간을 계산하는 단계; 및
상기 신뢰 구간 및 상기 심층 진단 모델의 기준 임계값을 비교하는 단계를 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 방법.

[청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계는,
상기 심층 진단 모델에 랜덤하게 드롭아웃(dropout)을 적용하거나, 또는
상기 안저 이미지에 테스트 데이터 증강 기법(test-time augmentation)을 적용하여 상기 복수의 진단 스코어를 출력하도록 구성되는, 영상 기반의 안질환 진단 방법.

[청구항 8] 청구항 6에 있어서,
상기 비교하는 단계는,
상기 비교 결과 상기 신뢰 구간의 최소값이 상기 기준 임계값을 초과하는 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하는 것으로 판단하고,
상기 신뢰 구간의 최대값이 상기 기준 임계값 미만인 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하지 않는 것으로 판단하며,
상기 기준 임계값이 상기 신뢰 구간의 최소값 및 최대값 사이에 존재하는 경우, 질환 유무 판단을 위한 추가 진단이 필요한 것으로 판단하는, 영상 기반의 안질환 진단 방법.

[청구항 9] 하나 이상의 프로세서들, 및
상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 수행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서,
학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여 N개(N은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하는 단계;
생성된 상기 N개의 증강 이미지를 질환 진단 모델에 입력한 결과값 중 정답 개수(M개, M은 1 이상의 자연수)를 계산하는 단계;
상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 정답 확률(M/N)을 계산하고, 상기 정답 확률을 기 설정된 기준 확률과 비교하여 상기 학습 이미지의 진단 난이도를 레이블링하는 단계; 및
상기 진단 난이도가 레이블링된 상기 학습 이미지를 이용하여 심층 진단 대상 분류 모델을 학습하는 단계를 포함하는, 심층 진단 대상 분류 모델의 학습 방법.

[청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 진단 난이도를 레이블링하는 단계는,
상기 정답 확률이 상기 기준 확률을 초과하는 경우 상기 진단 난이도를 "낮음"으로 레이블링하고, 상기 정답 확률이 상기 기준 확률보다 낮은 경우 상기 진단 난이도를 "높음"으로 레이블링하도록 구성되는, 심층

- 진단 대상 분류 모델의 학습 방법.
- [청구항 11] 하나 이상의 프로세서들;
메모리; 및
하나 이상의 프로그램들을 포함하고,
상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며,
상기 하나 이상의 프로그램들은,
안저(fundus) 이미지를 입력받고, 심층 진단 대상 분류 모델을 이용하여
상기 안저 이미지의 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계;
상기 판단 결과 심층 진단 대상인 경우 기 설정된 심층 진단 과정을 통해
상기 안저 이미지의 질환 여부를 판단하고, 상기 판단 결과 심층 진단
대상이 아닌 경우 상기 안저 이미지를 일반 진단 모델에 적용하여 상기
안저 이미지의 질환 여부를 판단하는 단계를 수행하기 위한 명령을
포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 장치.
- [청구항 12] 청구항 11에 있어서,
상기 심층 진단 대상 분류 모델은, 각각 진단 난이도가 레이블링된 복수의
분류 모델 학습 이미지를 이용하여 학습된 것인, 영상 기반의 안질환 진단
장치.
- [청구항 13] 청구항 12에 있어서,
상기 진단 난이도는,
각 분류 모델 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여
 N 개(N 은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하고,
생성된 상기 N 개의 증강 이미지를 상기 일반 진단 모델에 입력한 결과값
중 정답 개수(M 개, M 은 1 이상의 자연수)를 계산하며,
상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 계산된
정답 확률(M/N), 및 기 설정된 기준 확률과 비교함으로써 계산되는, 영상
기반의 안질환 진단 장치.
- [청구항 14] 청구항 11에 있어서,
상기 하나 이상의 프로그램들은,
상기 심층 진단 대상 여부를 판단하는 단계의 수행 전,
이미지 품질 평가 모델을 이용하여 상기 안저 이미지의 진단 가능 여부를
판단하는 단계를 더 수행하기 위한 명령을 포함하는, 영상 기반의 안질환
진단 장치.
- [청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 이미지 품질 평가 모델은, 각각 진단 가능 여부가 레이블링된 복수의
이미지 품질 평가 모델 학습 이미지에 의하여 학습된 것인, 영상 기반의
안질환 진단 장치.
- [청구항 16] 청구항 11에 있어서,

상기 심층 진단 과정은,
 상기 안저 이미지를 심층 진단 모델에 입력하고, 이로부터 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계;
 상기 진단 스코어의 평균 및 표준편차를 이용하여 상기 진단 스코어의 신뢰 구간을 계산하는 단계; 및
 상기 신뢰 구간 및 상기 심층 진단 모델의 기준 임계값을 비교하는 단계를 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 장치.

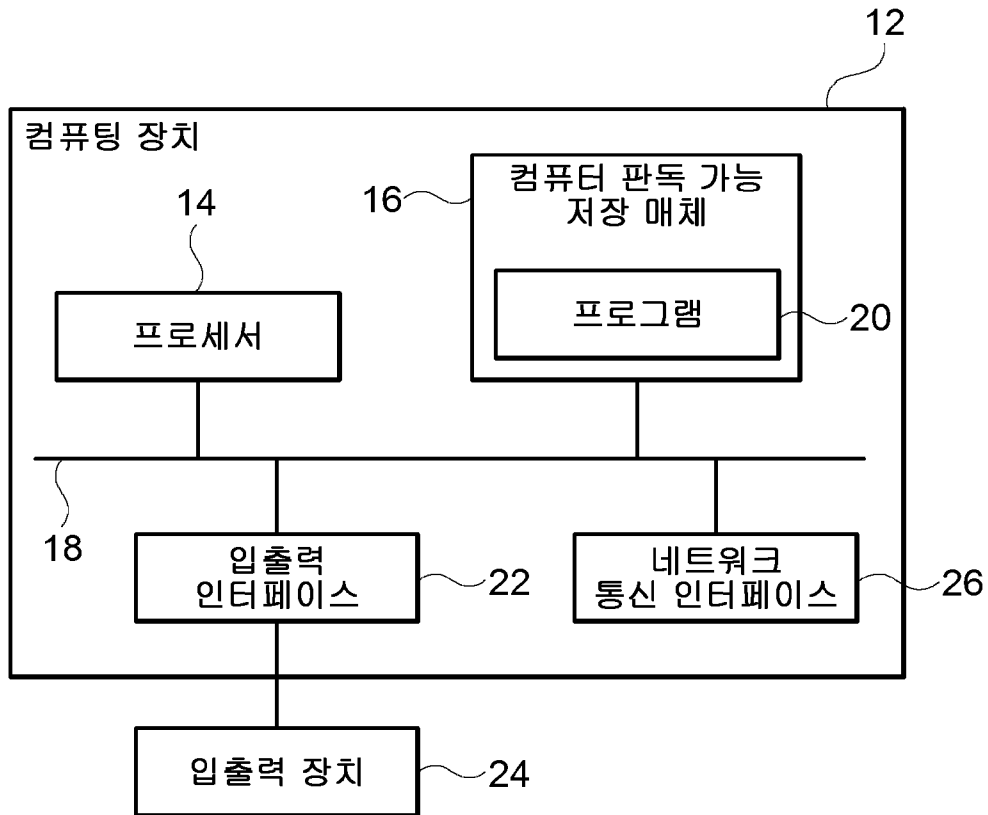
[청구항 17] 청구항 16에 있어서,
 상기 복수의 진단 스코어를 출력하는 단계는,
 상기 심층 진단 모델에 랜덤하게 드롭아웃(dropout)을 적용하거나, 또는
 상기 안저 이미지에 테스트 데이터 증강 기법(test-time augmentation)을 적용하여 상기 복수의 진단 스코어를 출력하도록 구성되는, 영상 기반의 안질환 진단 장치.

[청구항 18] 청구항 16에 있어서,
 상기 비교하는 단계는,
 상기 비교 결과 상기 신뢰 구간의 최소값이 상기 기준 임계값을 초과하는 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하는 것으로 판단하고,
 상기 신뢰 구간의 최대값이 상기 기준 임계값 미만인 경우, 상기 안저 이미지에 질환이 존재하지 않는 것으로 판단하며,
 상기 기준 임계값이 상기 신뢰 구간의 최소값 및 최대값 사이에 존재하는 경우, 질환 유무 판단을 위한 추가 진단이 필요한 것으로 판단하는, 영상 기반의 안질환 진단 장치.

[청구항 19] 하나 이상의 프로세서들;
 메모리; 및
 하나 이상의 프로그램들을 포함하고,
 상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며,
 상기 하나 이상의 프로그램들은,
 학습 이미지에 기 설정된 이미지 증강 기법을 랜덤 적용하여 N개(N은 1 이상의 자연수)의 증강 이미지를 생성하는 단계;
 생성된 상기 N개의 증강 이미지를 질환 진단 모델에 입력한 결과값 중 정답 개수(M개, M은 1 이상의 자연수)를 계산하는 단계;
 상기 증강 이미지의 생성 개수(N) 및 상기 정답 개수(M)로부터 정답 확률(M/N)을 계산하고, 상기 정답 확률을 기 설정된 기준 확률과 비교하여 상기 학습 이미지의 진단 난이도를 레이블링하는 단계; 및
 상기 진단 난이도가 레이블링된 상기 학습 이미지를 이용하여 심층 진단 대상 분류 모델을 학습하는 단계를 수행하기 위한 명령을 포함하는, 영상 기반의 안질환 진단 장치.

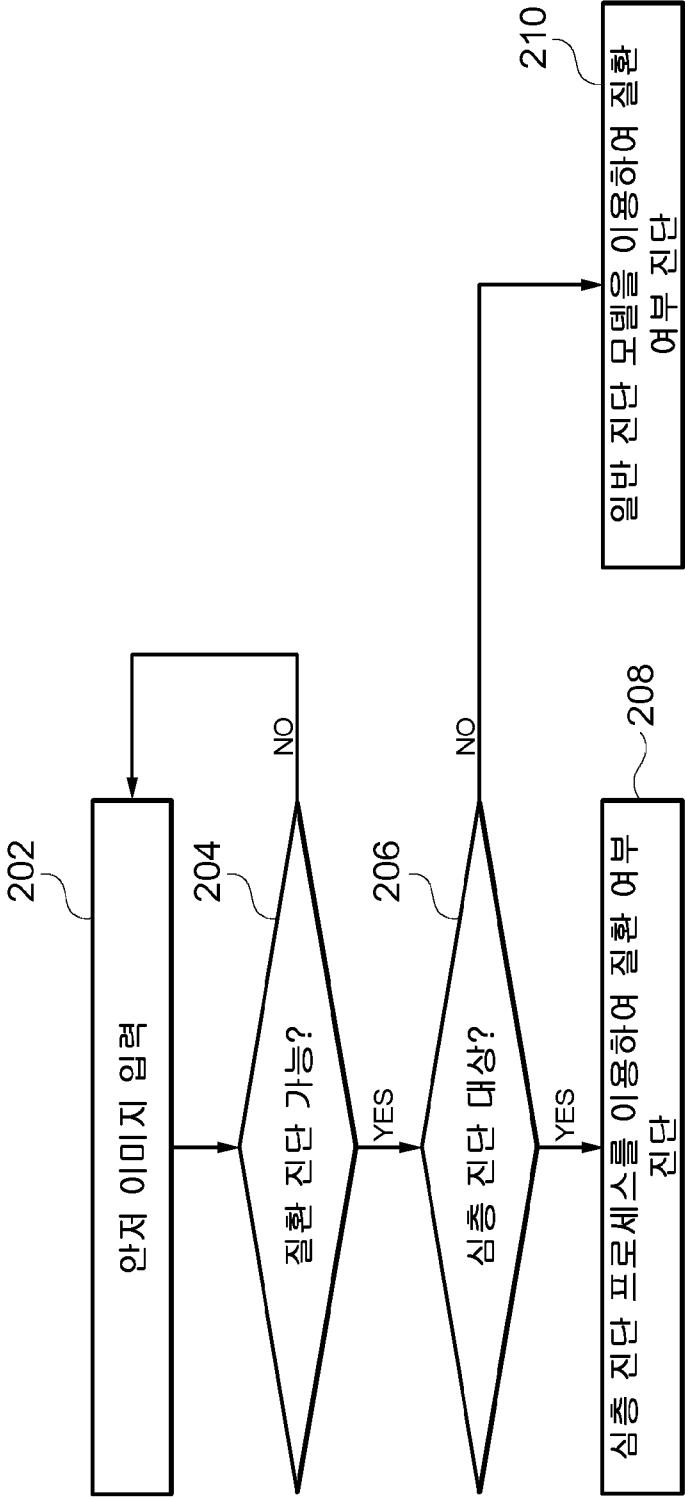
[청구항 20] 청구항 19에 있어서,
상기 진단 난이도를 레이블링하는 단계는,
상기 정답 확률이 상기 기준 확률을 초과하는 경우 상기 진단 난이도를
"낮음"으로 레이블링하고, 상기 정답 확률이 상기 기준 확률보다 낮은
경우 상기 진단 난이도를 "높음"으로 레이블링하도록 구성되는, 심층
진단 대상 분류 모델의 학습 장치.

[도1]

10

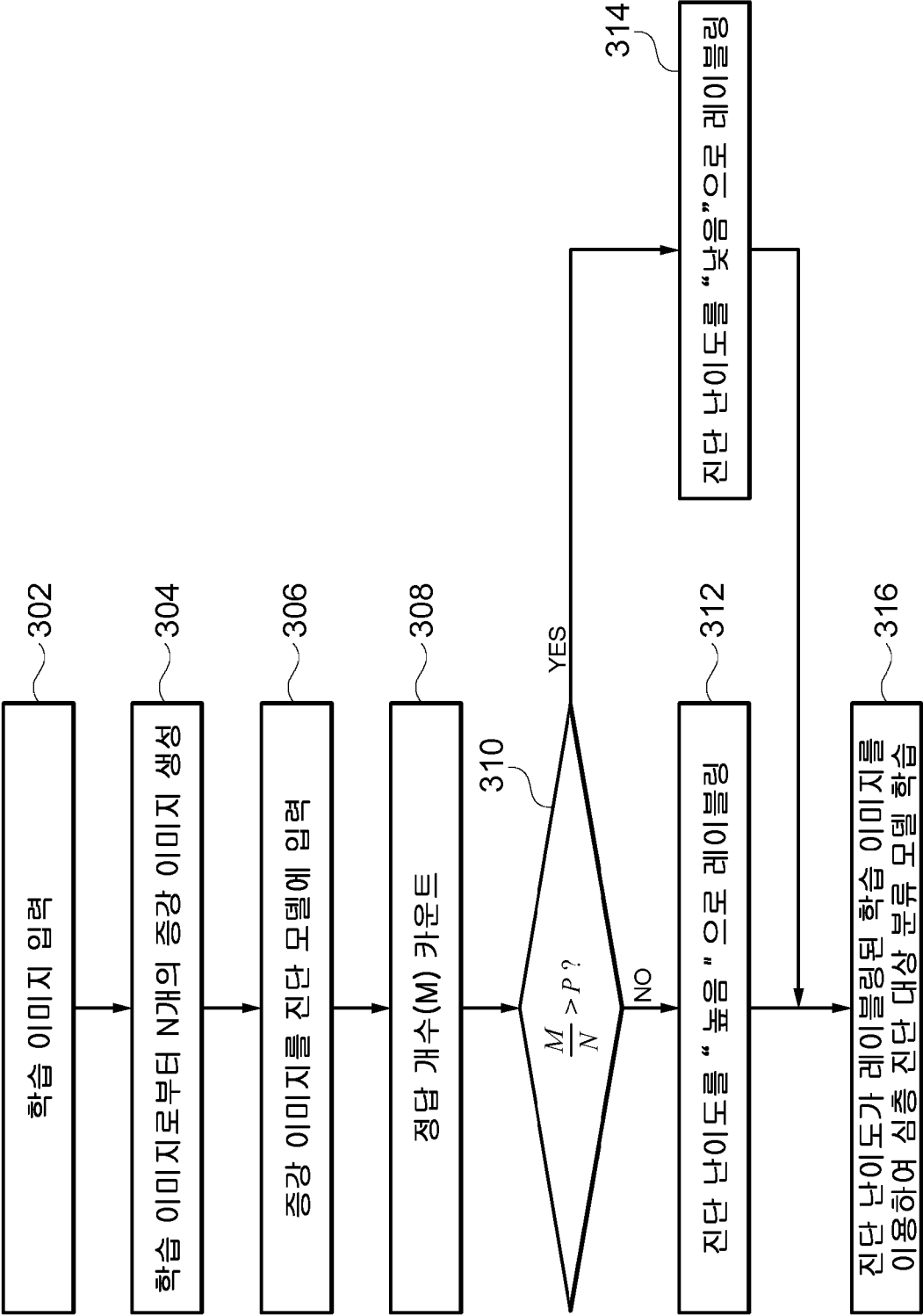
[도2]

200

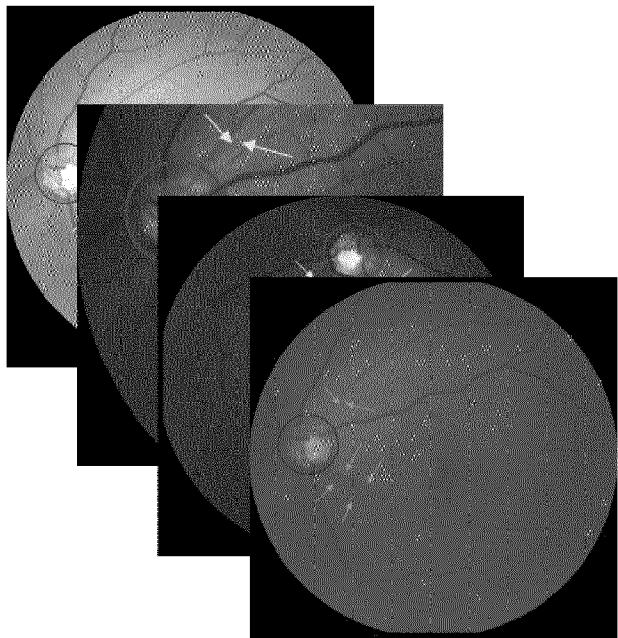


[도3]

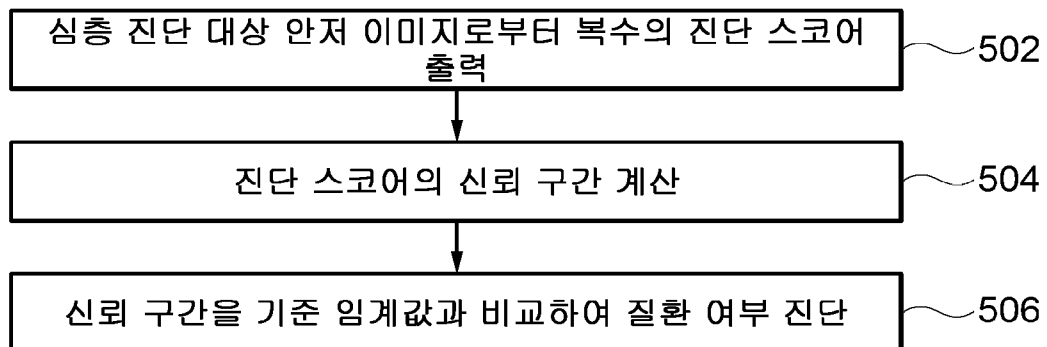
300



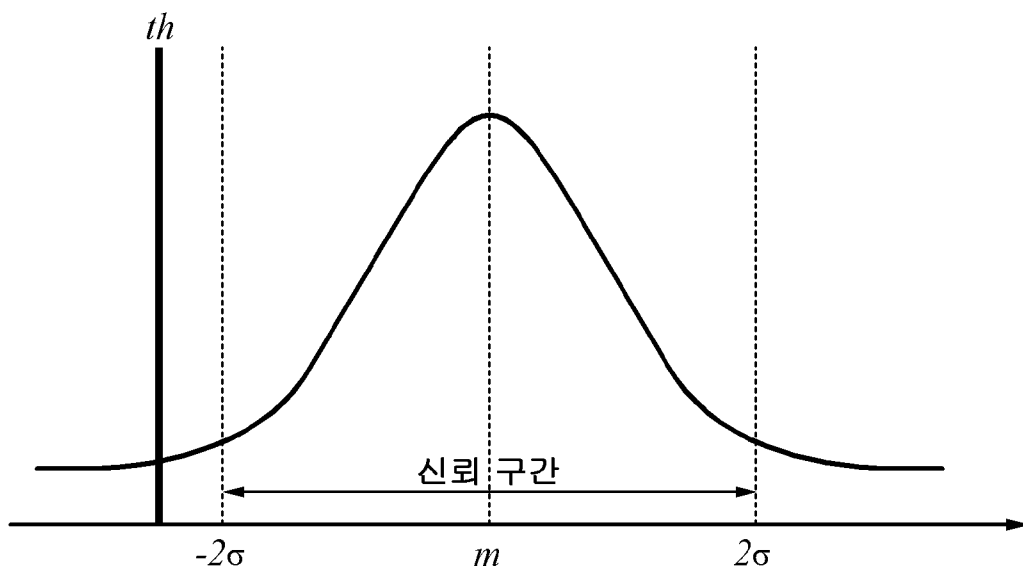
[도4]

402404

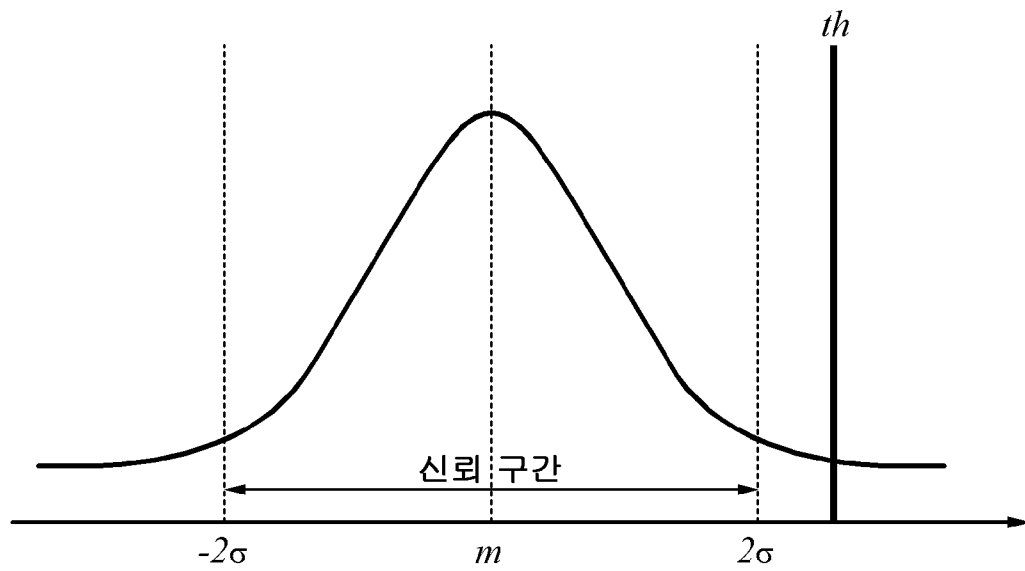
[도5]

208

[도6]



[도7]



[도8]

