

명세서

발명의 명칭: 심혈관 질병 진단 보조 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 인공 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 안저 검사는 망막, 시신경 및 황반부의 이상을 관찰할 수 있으며 비교적 간단하게 촬영을 통하여 결과를 확인할 수 있어 안과에서 빈번하게 활용되는 진단 보조 자료이다. 최근에는 안저 검사를 통하여 안질환 뿐 아니라 고혈압, 당뇨 등의 만성 질환에 의한 혈관 손상 정도를 비침습적 방법으로 관찰할 수 있다는 점에서 더욱 그 쓰임새가 늘어나고 있는 추세이다.
- [4] 한편, 근래의 딥러닝 기술의 도약적인 발전에 의해, 의료 진단 분야, 특히 이미지 기반의 진단 분야에서 진단 인공지능의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 구글, IBM 등의 글로벌 기업들에서도 의료계와의 협업으로 대규모 데이터를 투입하는 등, 다양한 영상 의료 데이터 분석을 위한 인공지능 개발에 투자를 아끼지 않고 있으며, 일부 기업에서는 우수한 진단 결과를 출력하는 인공지능 진단 툴 개발에 성공하기도 하였다.
- [5] 다만, 안저 이미지를 이용하면 체내 혈관을 비침습적으로 관찰할 수 있는 바, 안질환 뿐 아니라 전신 질환과 관련하여서도 안저 이미지를 이용한 진단 적용의 확장이 요청되고 있다.

[6]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 일 과제는, 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명의 다른 과제는, 안저 이미지에 기초하여 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [9] 본 발명이 해결하고자 하는 과제가 상술한 과제로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 과제들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[10]

과제 해결 수단

- [11] 본 발명의 일 양태에 따르면, 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 방법에 있어서, 피검체의 안저를 촬영한 대상 안저 이미지를 획득하는 단계, 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른

대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계 및 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계를 포함하되, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 심혈관 질병의 진단 보조 방법이 제공될 수 있다.

[12]

[13] 본 발명의 다른 일 양태에 따르면, 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 방법에 있어서, 피검체의 안저를 촬상한 대상 안저 이미지를 획득하는 단계, 대상 안저 이미지에 대하여 혈관 요소가 강조되도록 하는 재구성을 수행하여 획득된 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계 및 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계를 포함하되, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 혈관 요소가 강조된 복수의 안저 이미지 및 복수의 안저 이미지에 부여된 심혈관 질병 진단 보조 라벨을 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 학습된, 심혈관 질병의 진단 보조 방법이 제공될 수 있다.

[14]

[15] 본 발명의 또 다른 다른 일 양태에 따르면, 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하는 진단 장치에 있어서, 피검체의 안저를 촬상하여 대상 안저 이미지를 획득하는 안저 이미지 획득부, 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부 및 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부를 포함하되, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 장치가 제공될 수 있다.

[16]

[17] 본 발명의 과제의 해결 수단이 상술한 해결 수단들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 해결 수단들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[18]

발명의 효과

[19] 본 발명에 의하면, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단에 이용될 수 있는 정보가 획득될 수 있다.

[20] 본 발명에 의하면, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단에 이용될 수 있는 다양한 정보가 획득될 수 있다.

[21] 본 발명에 의하면, 좌안 및 우안 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단에 이용될 수 있는 정보가 획득될 수 있다.

[22] 본 발명의 효과가 상술한 효과들로 제한되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본 명세서 및 첨부된 도면으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

[23]

도면의 간단한 설명

[24] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 도시한 것이다.

[25] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

[26] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 학습 장치를 보다 구체적으로 설명하기 위한 블록도이다.

[27] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

[28] 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 진단 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[29] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 도시한 것이다.

[30] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 클라이언트 장치를 설명하기 위한 블록도이다.

[31] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.

[32] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[33] 도 10는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 데이터 세트를 설명하기 위한 개념도이다.

[34] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 리사이징을 설명하기 위한 도면이다.

[35] 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 데이터 세트의 확장을 설명하기 위한 도면이다.

[36] 도 13는 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 학습 프로세스를 설명하기 위한 블록도이다.

[37] 도 14은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 학습 프로세스를 설명하기 위한 블록도이다.

[38] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [39] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [40] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [41] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [42] 도 19는 본 발명의 일 예에 따른 진단 대상 데이터를 설명하기 위한 도면이다.
- [43] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.
- [44] 도 21은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [45] 도 22는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [46] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 학습부를 포함하는 학습 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [47] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 학습 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.
- [48] 도 25는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 병렬 학습 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.
- [49] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부를 설명하기 위한 블록도이다.
- [50] 도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.
- [51] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [52] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 그래픽 사용자 인터페이스를 설명하기 위한 도면이다.
- [53] 도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 그래픽 사용자 인터페이스를 설명하기 위한 도면이다.
- [54] 도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 안저 이미지의 영역 구분을 설명하기 위한 도면이다.
- [55] 도 32는 안저 이미지에 라벨링되는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 설명하기 위한 도면이다.
- [56] 도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부(400)를 설명하기 위한 도면이다.
- [57] 도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [58] 도 35는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [59] 도 36은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [60] 도 37은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습

방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [61] 도 38은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부(500)를 설명하기 위한 도면이다.
- [62] 도 39는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [63] 도 40은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [64] 도 41은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [65] 도 42는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5000)를 설명하기 위한 도면이다.
- [66] 도 43은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5001)를 설명하기 위한 도면이다.
- [67] 도 44는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [68] 도 45는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [69] 도 46은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [70] 도 47은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 정보 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [71] 도 48은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 정보 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [72] 도 49는 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [73] 도 50은 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [74] 도 51은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [75] 도 52는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [76] 도 53은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [77] 도 54는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [78] 도 55는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치(1001)를 도시한 것이다.
- [79] 도 56은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [80] 도 57은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2001)를 설명하기 위한

도면이다.

- [81] 도 58은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [82] 도 59는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [83] 도 60은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [84] 도 61은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [85] 도 62는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [86] 도 63은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치(7000)를 설명하기 위한 도면이다.
- [87] 도 64는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치(7000)를 설명하기 위한 도면이다.
- [88] 도 65는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [89] 도 66은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [90] 도 67은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [91] 도 68은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [92] 도 69는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2004)를 설명하기 위한 도면이다.
- [93] 도 70은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2005)를 설명하기 위한 도면이다.
- [94] 도 71은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [95] 도 72는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [96] 도 73은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [97]

발명의 실시를 위한 형태

- [98] 본 발명의 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련된 다음의 상세한 설명을 통해 보다 분명해질 것이다. 다만, 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.

- [99] 도면들에 있어서, 층 및 영역들의 두께는 명확성을 기하기 위하여 과장된 것이며, 또한, 구성요소(element) 또는 층이 다른 구성요소 또는 층의 "위(on)" 또는 "상(on)"으로 지칭되는 것은 다른 구성요소 또는 층의 바로 위뿐만 아니라 중간에 다른 층 또는 다른 구성요소를 개재한 경우를 모두 포함한다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 원칙적으로 동일한 구성요소들을 나타낸다. 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조 부호를 사용하여 설명한다.
- [100] 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별 기호에 불과하다.
- [101] 또한, 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [102] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [103]
- [104]
- [105] 1. 안저 이미지를 이용한 진단 보조
- [106] 1.1 진단 보조 시스템 및 프로세스
- [107] 1.1.1 목적 및 정의
- [108] 이하에서는, 안저 이미지에 기초하여 질병 또는 질환의 유무 또는 그 판단의 근거가 되는 이상 여부 등의 판단을 보조하기 위한 진단 보조 시스템 및 방법 등에 대하여 설명한다. 특히, 딥러닝 기법을 이용하여 질환을 진단하기 위한 신경망 모델을 구축하고, 구축된 모델을 이용하여 질환 유무 또는 이상 소견의

검출을 보조하는 진단 보조 시스템 또는 방법에 대하여 설명한다.

- [109] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 질병의 유무와 관련된 진단 정보 또는 질병 유무의 진단에 이용되는 소견 정보 등을 획득하고, 이를 이용하여 진단을 보조하는 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다.
- [110] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 안저 이미지에 기초하여 안질환의 진단을 보조하는 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다. 예를 들어, 검사 대상자의 녹내장, 백내장, 황반 변성, 미숙아 망막증의 유무와 관련된 진단 정보를 획득하여 진단을 보조하는 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다.
- [111] 본 발명의 다른 일 실시예에 의하면, 안질환이 아닌 타 질환(예컨대, 전신 질환 또는 만성 질환)의 진단을 보조하는 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다. 예를 들어, 고혈압, 당뇨병, 알츠하이머, 거대 세포 바이러스, 뇌졸중, 심장 질환, 동맥 경화증 등의 전신 질환의 진단 정보를 획득하여 진단을 보조하는 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다.
- [112] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 의하면, 안질환 또는 타 질환의 진단에 이용될 수 있는 이상 안저 소견을 검출하기 위한 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다. 예를 들어, 안저 전반의 색상 이상, 수정체 혼탁(Opacity), 시신경 유두의 비율(C/D ratio; cup to disc ratio)의 이상, 황반 이상(예를 들어, 황반 원공), 혈관의 직경, 주행 등의 이상, 망막 동맥의 직경 이상, 망막의 출혈, 삼출물의 발생, 드루젠(drusen) 등의 소견 정보를 획득하는 진단 보조 시스템 또는 방법이 제공될 수 있다.
- [113] 본 명세서에서, 진단 보조 정보라 함은, 질환 유무의 판단에 따른 진단 정보 또는 그 기초가 되는 소견 정보 등을 포괄하는 것으로 이해될 수 있다.
- [114]
- [115] 1.1.2 진단 보조 시스템 구성
- [116] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조 시스템이 제공될 수 있다.
- [117] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템(10)을 도시한 것이다. 도 1을 참조하면, 진단 보조 시스템(10)은 진단 모델을 트레이닝하는 학습 장치(1000), 진단 모델을 이용하여 진단을 수행하는 진단 장치(2000) 및 진단 요청을 획득하는 클라이언트 장치(3000)를 포함할 수 있다. 진단 보조 시스템(10)은 복수의 학습 장치, 복수의 진단 장치 또는 복수의 클라이언트 장치를 포함할 수 있다.
- [118] 학습 장치(1000)는 학습부(100)를 포함할 수 있다. 학습부(100)는 신경망 모델의 트레이닝을 수행할 수 있다. 일 예로, 학습부(100)는 안저 이미지 데이터 세트를 획득하고, 안저 이미지로부터 질환 또는 이상 소견을 검출하는 신경망 모델의 트레이닝을 수행할 수 있다.
- [119] 진단 장치(2000)는 진단부(200)를 포함할 수 있다. 진단부(200)는 신경망 모델을 이용하여 질환의 진단 또는 진단에 이용되는 보조 정보의 획득을 수행할 수

- 있다. 일 예로, 진단부(200)는 학습부에 의하여 트레이닝된 진단 모델을 이용하여 진단 보조 정보의 획득을 수행할 수 있다.
- [120] 클라이언트 장치(3000)는 촬상부(300)를 포함할 수 있다. 촬상부(300)는 안저 이미지를 촬상할 수 있다. 클라이언트 장치는 안과용 안저 촬영 장치일 수 있다. 또는, 클라이언트 장치(3000)는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 휴대용(handheld) 디바이스일 수 있다.
- [121] 본 실시예에 따른 진단 보조 시스템(10)에서, 학습 장치(1000)는 데이터 세트를 획득하여 신경망 모델의 학습을 수행함으로써 진단 보조에 이용하기 위한 신경망 모델을 결정하고, 진단 장치는 클라이언트로부터 정보 요청이 획득되면 결정된 신경망 모델을 이용하여 진단 대상 이미지에 따른 진단 보조 정보를 획득하고, 클라이언트 장치는 진단 장치로 정보를 요청하고 이에 응답하여 전송된 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [122] 다른 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은, 진단 모델의 학습 및 이를 이용한 진단을 수행하는 진단 장치 및 클라이언트 장치를 포함할 수 있다. 또 다른 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은, 진단 모델의 학습, 진단 요청의 획득 및 진단을 수행하는 진단 장치를 포함할 수 있다. 또 다른 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은, 진단 모델의 학습을 수행하는 학습 장치 및 진단 요청을 획득하고 진단을 수행하는 진단 장치를 포함할 수 있다.
- [123] 본 명세서에서 개시하는 진단 보조 시스템이 위에서 설명한 실시 예들에 한정되는 것은 아니고, 모델의 학습을 수행하는 학습부, 학습된 모델에 따라 진단 보조 정보를 획득하는 진단부 및 진단 대상 이미지를 획득하는 촬상부를 포함하는 어떠한 형태로든 구현될 수 있다.
- [124] 이하에서는, 시스템을 구성하는 각 장치의 몇몇 실시예에 대하여 설명한다.
- [125]
- [126] 1.1.2.1 학습 장치
- [127] 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치는 진단을 보조하는 신경망 모델의 트레이닝을 수행할 수 있다.
- [128] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치(1000)를 설명하기 위한 블록도이다. 도 2를 참조하면, 학습 장치(1000)는 제어부(1200) 및 메모리부(1100)를 포함할 수 있다.
- [129] 학습 장치(1000)는 제어부(1200)를 포함할 수 있다. 제어부(1200)는 학습 장치(1000)의 동작을 제어할 수 있다.
- [130] 제어부(1200)는 CPU(Central Processing Unit), RAM(Random Access Memory), GPU(Graphic Processing Unit), 하나 이상의 마이크로 프로세서 및 기타 미리 정해진 논리에 따라 입력된 데이터를 처리할 수 있는 전자 부품 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [131] 제어부(1200)는 메모리부(1100)에 저장된 시스템 프로그램 및 다양한 프로세싱 프로그램을 판독할 수 있다. 일 예로, 제어부(1200)는 후술하는 진단 보조의

수행을 위한 데이터 가공 프로세스, 진단 프로세스 등을 RAM상에 전개하고, 전개된 프로그램에 따라 각종 처리를 수행할 수 있다. 제어부(1200)는 후술하는 신경망 모델의 학습을 수행할 수 있다.

- [132] 학습 장치(1000)는 메모리부(1100)를 포함할 수 있다. 메모리부(1100)는 학습에 필요한 데이터 및 학습 모델을 저장할 수 있다.
- [133] 메모리부(1100)는 비휘발성 반도체 메모리, 하드 디스크, 플래시 메모리, RAM, ROM(Read Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 또는 그 외에 유형의(tangible) 비휘발성의 기록 매체 등으로 구현될 수 있다.
- [134] 메모리부(1100)는 각종 프로세싱 프로그램, 프로그램의 프로세싱을 수행하기 위한 파라미터 또는 이러한 프로세싱 결과 데이터 등을 저장할 수 있다. 일 예로, 메모리부(1100)는 후술하는 진단 보조의 수행을 위한 데이터 가공 프로세스 프로그램, 진단 프로세스 프로그램, 각 프로그램의 수행을 위한 파라미터 및 이러한 프로그램의 수행에 따라 얻어진 데이터(예컨대, 가공된 데이터 또는 진단 결과값) 등을 저장할 수 있다.
- [135] 학습 장치(1000)는 별도의 학습부(또는 학습 모듈)를 포함할 수 있다. 학습부는 신경망 모델의 학습을 수행할 수 있다. 학습의 수행과 관련하여서는 이하의 목차 2. 학습 프로세스 에서 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [136] 학습부는 전술한 제어부(1200)에 포함될 수 있다. 학습부는 전술한 메모리부(1100)에 저장될 수 있다. 학습부는 전술한 제어부(1200) 및 메모리부(1100)의 일부 구성에 의하여 구현될 수 있다. 예컨대, 학습부는 메모리부(1100)에 저장되고, 제어부(1200)에 의하여 구동될 수 있다.
- [137] 학습 장치(1000)는 통신부(1300)를 더 포함할 수 있다. 통신부(1300)는 외부 장치와 통신을 수행할 수 있다. 예컨대, 통신부(1300)는 후술하는 진단 장치, 서버 장치 또는 클라이언트 장치와 통신할 수 있다. 통신부(1300)는 유선 또는 무선 통신을 수행할 수 있다. 통신부(1300)는 양방향(bi-directional) 또는 단방향 통신을 수행할 수 있다.
- [138]
- [139] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 학습 장치(1000)를 보다 구체적으로 설명하기 위한 블록도이다. 도 3을 참조하면, 학습 장치(1000)는 프로세서(1050), 휘발성 메모리(1010), 비휘발성 메모리(1030), 대용량 저장 장치(1070) 및 통신 인터페이스(1090)를 포함할 수 있다.
- [140] 학습 장치(1000)의 프로세서(1050)는 데이터 가공 모듈(1051) 및 학습 모듈(1053)을 포함할 수 있다. 프로세서(1050)는 데이터 가공 모듈(1051)을 통하여 대용량 저장 장치 또는 비휘발성 메모리에 저장된 데이터 세트를 가공할 수 있다. 프로세서(1050)는 학습 모듈(1053)을 통하여, 진단 보조 신경망 모델의 트레이닝을 수행할 수 있다. 프로세서(1050)는 로컬 메모리를 포함할 수 있다. 통신 인터페이스(1090)는 네트워크(1110)와 연결될 수 있다.

- [141] 다만 도 3에서 도시하는 학습 장치(1000)는, 예시에 불과하며, 본 발명에 따른 학습 장치(1000)의 구성이 이에 한정되지는 아니한다. 특히, 데이터 가공 모듈 또는 학습 모듈은 도 3에서 도시하는 것과 다른 위치에 마련될 수 있다.
- [142]
- [143] 1.1.2.2 진단 장치
- [144] 진단 장치는 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [145] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2000)를 설명하기 위한 블록도이다. 도 4를 참조하면, 진단 장치(2000)는 제어부(2200) 및 메모리부(2100)를 포함할 수 있다.
- [146] 제어부(2200)는 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 생성할 수 있다. 제어부(2200)는 진단을 위한 진단 데이터(예컨대, 피검자의 안저 데이터)를 획득하고 학습된 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 데이터에 의해 예측되는 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [147] 메모리부(2100)는 학습된 진단 보조 신경망 모델을 저장할 수 있다. 메모리부(2100)는 진단 보조 신경망 모델의 파라미터, 변수 등을 저장할 수 있다.
- [148] 진단 장치(2000)는 통신부(2300)를 더 포함할 수 있다. 통신부(2300)는 학습 장치 및/또는 클라이언트 장치와 통신할 수 있다. 일 예로, 진단 장치(2000)는 클라이언트 장치와 통신하는 서버 형태로 마련될 수 있다. 이와 관련하여, 이하에서 보다 상세히 설명한다.
- [149]
- [150] 도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 진단 장치(2000)를 설명하기 위한 도면이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2000)는 프로세서(2050), 휘발성 메모리(2030), 비휘발성 메모리(2010), 대용량 저장 장치(2070) 및 통신 인터페이스(2090)를 포함할 수 있다.
- [151] 진단 장치의 프로세서(2050)는 데이터 가공 모듈(2051) 및 진단 모듈(2053)을 포함할 수 있다. 프로세서(2050)는 데이터 가공 모듈(2051)을 통하여 진단 데이터의 가공을 수행하고, 진단 모듈(2053)을 통하여 진단 데이터에 따른 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [152]
- [153] 1.1.2.3 서버 장치
- [154] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조 시스템은 서버 장치를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은, 복수의 서버 장치를 포함할 수도 있다.
- [155] 서버 장치는 신경망 모델을 저장 및/또는 구동할 수 있다. 서버 장치는 학습된 신경망 모델을 구성하는 가중치 값들을 저장할 수 있다. 서버 장치는 진단 보조에 이용되는 데이터를 수집 또는 저장할 수 있다.
- [156] 서버 장치는 신경망 모델을 이용한 진단 보조 프로세스의 결과를 클라이언트 장치로 출력할 수 있다. 서버 장치는 클라이언트 장치로부터 피드백을 획득할 수

있다. 서버 장치는 전술한 진단 장치와 유사하게 동작할 수 있다.

- [157] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템(20)을 도시한 것이다. 도 6를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템(20)은 진단 서버(4000), 학습 장치 및 클라이언트 장치를 포함할 수 있다.
- [158] 진단 서버(4000), 즉, 서버 장치는 복수의 학습 장치 또는 복수의 진단 장치와 통신할 수 있다. 도 6을 참조하면, 진단 서버(4000)는 제1 학습 장치(1000a) 및 제2 학습 장치(1000b)와 통신할 수 있다. 도 6을 참조하면, 진단 서버(4000)는 제1 클라이언트 장치(3000a) 및 제2 클라이언트 장치(3000b)와 통신할 수 있다.
- [159] 예컨대, 진단 서버(4000)는 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 진단 보조 신경망 모델을 학습시키는 제1 학습 장치(1000a) 및 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 진단 보조 신경망 모델을 학습시키는 제2 학습 장치(1000b)와 통신할 수 있다.
- [160] 진단 서버(4000)는 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 진단 보조 신경망 모델 및 2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 진단 보조 신경망 모델을 저장하고, 제1 클라이언트 장치(3000a) 또는 제2 클라이언트 장치(3000b)로부터의 진단 보조 정보 획득 요청에 응답하여 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 진단 보조 정보를 제1 클라이언트 장치(3000a) 또는 제2 클라이언트 장치(3000b)로 전송할 수 있다.
- [161] 또는, 진단 서버(4000)는 제1 진단 보조 정보를 요청하는 제1 클라이언트 장치(3000a) 및 제2 진단 보조 정보를 요청하는 제2 클라이언트 장치(3000b)와 통신할 수도 있다.
- [162]
- [163] 1.1.2.4 클라이언트 장치
- [164] 클라이언트 장치는 진단 장치 또는 서버 장치로 진단 보조 정보를 요청할 수 있다. 클라이언트 장치는 진단에 필요한 데이터를 획득하고, 진단 장치로 획득한 획득한 데이터를 전송할 수 있다.
- [165] 클라이언트 장치는 데이터 획득부를 포함할 수 있다. 데이터 획득부는 진단 보조에 필요한 데이터를 획득할 수 있다. 데이터 획득부는 진단 보조 모델에 이용되는 이미지를 획득하는 촬상부일 수 있다.
- [166]
- [167] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 클라이언트 장치(3000)를 설명하기 위한 블록도이다. 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 클라이언트 장치(3000)는 촬상부(3100), 제어부(3200) 및 통신부(3300)를 포함할 수 있다.
- [168] 촬상부(3100)는 이미지 또는 영상 데이터를 획득할 수 있다. 촬상부(3100)는 안저 이미지를 획득할 수 있다. 다만, 클라이언트 장치(3000)는 촬상부(3100)가 아닌 다른 형태의 데이터 획득부로 대체될 수도 있다.
- [169] 통신부(3300)는 외부 장치, 예컨대 진단 장치 또는 서버 장치와 통신할 수 있다. 통신부(3300)는 유선 또는 무선 통신을 수행할 수 있다.

- [170] 제어부(3200)는 촬상부(3100)가 이미지 또는 데이터를 획득하도록 제어할 수 있다. 제어부(3200)는 촬상부(3100)가 안저 이미지를 획득하도록 제어할 수 있다. 제어부(3200)는 획득된 안저 이미지를 진단 장치로 전송할 수 있다. 제어부는 촬상부(3100)를 통하여 획득한 이미지를 통신부(3300)를 통하여 서버 장치로 전송하고, 이에 기초하여 생성된 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [171] 도시하지는 아니하였으나, 클라이언트 장치는 출력부를 더 포함할 수 있다. 출력부는 영상 또는 이미지를 출력하는 디스플레이 또는 음성을 출력하는 스피커를 포함할 수 있다. 출력부는 획득된 촬상부에 의해 획득된 영상 또는 이미지 데이터를 출력할 수 있다. 출력부는 진단 장치로부터 획득된 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [172] 도시하지는 아니하였으나, 클라이언트 장치는 입력부를 더 포함할 수 있다. 입력부는 사용자 입력을 획득할 수 있다. 예컨대, 입력부는 진단 보조 정보를 요청하는 사용자 입력을 획득할 수 있다. 입력부는 진단 장치로부터 획득된 진단 보조 정보를 평가하는 사용자 정보를 획득할 수 있다.
- [173] 또한, 도시하지는 아니하였으나, 클라이언트 장치는 메모리부를 더 포함할 수 있다. 메모리부는 촬상부에 의해 획득된 이미지를 저장할 수 있다.
- [174]
- [175] 1.1.3 진단 보조 프로세스 개요
- [176] 본 명세서에서 개시하는 진단 보조 시스템 또는 진단 보조 장치에 의하여 진단 보조 프로세스가 수행될 수 있다. 진단 보조 프로세스는 크게 진단 보조에 이용되는 진단 보조 모델을 학습하는 트레이닝 프로세스, 진단 보조 모델을 이용하는 진단 프로세스로 나누어 고려될 수 있다.
- [177] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스를 설명하기 위한 도면이다. 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스는, 데이터를 획득하고, 가공하여(S110) 신경망 모델을 학습하고(S130), 학습된 신경망 모델의 변수를 획득(S150)하는 학습 프로세스 및 진단 대상 데이터를 획득하고(S210) 진단 대상 데이터에 기초하여 학습된 신경망 모델(S230)을 이용하여 진단 보조 정보를 획득(S250)하는 진단 보조 프로세스를 포함할 수 있다.
- [178] 보다 구체적으로, 트레이닝 프로세스는 입력된 학습 이미지 데이터를 가공하여 모델의 트레이닝에 이용될 수 있는 상태로 가공하는 데이터 가공 프로세스 및 가공된 데이터를 이용하여 모델을 트레이닝하는 학습 프로세스를 포함할 수 있다. 트레이닝 프로세스는 전술한 학습 장치에 의하여 수행될 수 있다.
- [179] 진단 프로세스는 입력된 검사 대상 이미지 데이터를 가공하여 신경망 모델을 이용한 진단을 수행할 수 있는 상태로 가공하는 데이터 가공 프로세스 및 가공된 데이터를 이용하여 진단을 수행하는 진단 프로세스를 포함할 수 있다. 진단 프로세스는 전술한 진단 장치 또는 서버 장치에 의하여 수행될 수 있다.
- [180] 이하에서는, 각 프로세스에 대하여 설명한다.

[181]

[182] 1.2 트레이닝 프로세스

[183] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신경망 모델을 트레이닝하는 프로세스가 제공될 수 있다. 구체적인 예로, 안저 이미지에 기초하여 진단을 수행하거나 보조하는 신경망 모델을 트레이닝하는 프로세스가 개시될 수 있다.

[184] 이하에서 설명하는 트레이닝 프로세스는 전술한 학습 장치에 의하여 수행될 수 있다.

[185]

[186] 1.2.1 학습부

[187] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 트레이닝 프로세스는 학습부에 의해 수행될 수 있다. 학습부는 전술한 학습 장치 내에 마련될 수 있다.

[188] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부(100)의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 9를 참조하면, 학습부(100)는 데이터 가공 모듈(110), 큐 모듈(130), 학습 모듈(150) 및 학습 결과 획득 모듈(170)을 포함할 수 있다. 각각의 모듈은 후술하는 바와 같이 데이터 가공 프로세스 및 학습 프로세스의 개별 단계들을 수행할 수 있다. 다만 도 9에서 설명하는 구성 요소들 및 각 요소들이 수행하는 기능이 모두 필수적이지는 아니하며, 학습 형태에 따라, 일부 요소가 추가되거나 일부 요소들이 생략될 수 있다.

[189]

[190] 1.2.2 데이터 가공 프로세스

[191] 1.2.2.1 이미지 데이터 획득

[192] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 데이터 세트가 획득될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 데이터 가공 모듈은 데이터 세트를 획득할 수 있다.

[193] 데이터 세트는 이미지 데이터 세트일 수 있다.

[194] 일 예로, 안저 이미지 데이터 세트일 수 있다. 안저 이미지 데이터 세트는 일반적인 무산동 안저 카메라 등을 이용하여 획득될 수 있다. 안저 이미지는 파노라마 안저 이미지 또는 와이드 안저 이미지일 수 있다. 안저 이미지는 레드프리(Red-free) 이미지일 수 있다. 안저 이미지는 적외선 촬영된 이미지일 수 있다. 안저 이미지는 자가형광 촬영된 이미지일 수 있다. 이미지 데이터는 JPG, PNG, DCM(DICOM), BMP, GIF, TIFF 중 어느 하나의 형태로 획득될 수 있다.

[195] 다른 예로, 데이터 세트는 OCT(Optical Coherence Tomography) 이미지, OCT 혈관 조영 이미지 또는 안저 혈관 조영 이미지 중 어느 하나를 포함하는 이미지 데이터 세트일 수 있다. 이때, OCT 이미지, OCT 혈관 조영 이미지 또는 안저 혈관 조영 이미지를 포함하는 데이터 세트를 이용하여 학습된 신경망 모델은, 대상 OCT 이미지, 대상 OCT 혈관 조영 이미지 또는 대상 안저 혈관 조영 이미지에 기초하여 진단 보조 정보(또는 라벨)를 예측 또는 출력할 수 있다.

[196] 데이터 세트는 트레이닝 데이터 세트를 포함할 수 있다. 데이터 세트는 테스트 데이터 세트를 포함할 수 있다. 데이터 세트는 검증(validation) 데이터 세트를

포함할 수 있다. 다시 말해, 데이터 세트는 트레이닝 데이터 세트, 테스트 데이터 세트 및 검증 데이터 세트 중 적어도 하나의 데이터 세트로 할당될 수 있다.

- [197] 데이터 세트는 해당 데이터 세트를 통해 학습되는 신경망 모델을 이용하여 획득하고자 하는 진단 보조 정보를 고려하여 결정될 수 있다. 예컨대, 백내장과 관련된 진단 보조 정보를 획득하는 신경망 모델을 학습시키고자 하는 경우, 획득되는 데이터 세트는 적외선 안저 이미지 데이터 세트로 결정될 수 있다. 또는, 황반 변성과 관련된 진단 보조 정보를 획득하는 신경망 모델을 학습시키고자 하는 경우, 획득되는 데이터 세트는 자가형광 촬영된 안저 이미지 데이터 세트일 수 있다.

[198]

- [199] 데이터 세트에 포함되는 개별 데이터는 라벨을 포함할 수 있다. 라벨은 복수개일 수 있다. 다시 말해, 데이터 세트에 포함되는 개별 데이터는 적어도 하나의 특징에 대하여 라벨링되어 있을 수 있다. 일 예로, 데이터 세트는 복수의 안저 이미지 데이터를 포함하는 안저 이미지 데이터 세트이고, 각각의 안저 이미지 데이터는 해당 이미지에 따른 진단 정보 라벨(예컨대, 특정 질환의 유무) 및/또는 소견 정보(예컨대, 특정 부위의 이상 여부) 라벨을 포함할 수 있다.

- [200] 다른 예로, 데이터 세트는 안저 이미지 데이터 세트이고 각각의 안저 이미지 데이터는 해당 이미지에 대한 주변 정보 라벨을 포함할 수 있다. 예컨대, 각각의 안저 이미지 데이터는 해당 안저 이미지가 좌안의 이미지인지 또는 우안의 이미지인지에 대한 좌우안 정보, 여성의 안저 이미지인지 또는 남성의 안저 이미지인지에 대한 성별 정보, 해당 안저 이미지를 촬영한 피검자의 나이에 대한 나이 정보 등을 포함하는 주변 정보 라벨을 포함할 수 있다.

- [201] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 데이터 세트(DS)를 설명하기 위한 개념도이다. 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 데이터 세트(DS)는 복수의 이미지 데이터(ID)를 포함할 수 있다. 각 이미지 데이터(ID)는 이미지(I) 및 이미지에 할당된 라벨(L)을 포함할 수 있다. 도 10을 참조하면, 이미지 데이터 세트(DS)는 제1 이미지 데이터(ID1) 및 제2 이미지 데이터(ID2)를 포함할 수 있다. 제1 이미지 데이터(ID1)은 제1 이미지(I1) 및 제1 이미지에 대응되는 제1 라벨(L1)을 포함할 수 있다.

- [202] 도 10에서는 하나의 이미지 데이터가 하나의 라벨을 포함하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 전술한 바와 같이 하나의 이미지 데이터는 복수의 라벨을 포함할 수 있다.

[203]

[204] 1.2.2.2 이미지 리사이징

- [205] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 획득된 이미지 데이터의 크기가 조정될 수 있다. 즉, 이미지들이 리사이징 될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전술한 학습부의 데이터 가공 모듈에 의하여 이미지 리사이징이 수행될 수 있다.

- [206] 이미지의 크기 또는 중횡비가 조정될 수 있다. 획득된 복수의 이미지들은

일정한 크기를 가지도록 그 크기가 조정될 수 있다. 또는, 이미지들은 일정한 종횡비(aspect ratio)를 가지도록 그 크기가 조정될 수 있다. 이미지를 리사이징하는 것은 이미지에 이미지 변환 필터를 적용하는 것일 수 있다.

- [207] 획득된 개별 이미지들의 사이즈 또는 용량이 과도하게 크거나 작은 경우에, 이미지의 사이즈 또는 용량을 조정하여 적절한 사이즈로 변환할 수 있다. 또는 개별 이미지들의 사이즈 또는 용량이 다양한 경우에, 리사이징을 통하여 사이즈 또는 용량을 통일시킬 수 있다.
- [208] 일 실시예에 따르면, 이미지의 용량이 조정될 수 있다. 예컨대, 이미지의 용량이 적정 범위를 초과하는 경우에, 다운샘플링(down sampling)을 통하여 이미지를 축소시킬 수 있다. 또는, 이미지의 용량이 적정 범위에 못 미치는 경우에, 업샘플링(upsampling) 또는 보간(interpolating)을 통하여 이미지를 확대할 수 있다.
- [209] 다른 일 실시예에 따르면, 이미지를 자르거나 획득한 이미지에 픽셀을 덧붙여 이미지의 사이즈 또는 종횡비를 조정할 수 있다. 예컨대, 이미지에 학습에 불필요한 부분이 포함되어 있는 경우에, 이를 제거하기 위하여 이미지 일부를 크롭할 수 있다. 또는, 이미지의 일부가 잘려나가 종횡비가 맞지 않는 경우에 칼럼(column) 또는 로(row)를 추가하여 이미지 종횡비를 조정할 수도 있다. 다시 말해, 이미지에 마진 또는 패딩을 추가하여 종횡비를 조정할 수 있다.
- [210] 또 다른 일 실시예에 따르면, 이미지의 용량 및 사이즈 또는 종횡비가 함께 조정될 수 있다. 일 예로, 이미지의 용량이 큰 경우에 이미지를 다운샘플링 하여 이미지 용량을 축소하고, 축소된 이미지에 포함된 불필요한 부분을 크롭하여 적절한 이미지 데이터로 변환할 수 있다.
- [211] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 이미지 데이터의 방향(orientation)이 변경될 수도 있다.
- [212] 구체적인 예로, 데이터 세트로서 안저 이미지 데이터 세트가 이용되는 경우, 각각의 안저 이미지는 그 용량이 조절되거나, 사이즈가 조정될 수 있다. 안저 이미지의 안저 부분을 제외한 여백 부분을 제거하기 위한 크롭핑 또는 안저 이미지의 잘린 부분을 보충하여 종횡비를 조정하기 위한 패딩을 수행할 수 있다.
- [213] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 리사이징을 설명하기 위한 도면이다. 도 11을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 리사이징 프로세스에 의하여, 획득된 안저 이미지가 리사이징될 수 있다.
- [214] 구체적으로, 원본 안저 이미지(a)는 진단 정보 획득에 불필요한 여백 부분이 크롭되고(b) 학습 효율의 증진을 위하여 그 크기가 축소(c)될 수 있다.
- [215]
- [216] 1.2.2.3 이미지 전처리
- [217] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이미지의 전처리가 수행될 수 있다. 이미지를 입력된 그대로 학습에 이용할 경우, 불필요한 특성들에 대한 학습 결과 과적합 현상 등이 발생할 수 있고 학습 효율 역시 저하될 수 있다.

- [218] 이를 방지하기 위하여, 이미지 데이터를 학습의 목적에 부합하도록 적절히 전처리하여 이용함으로써 학습 효율 및 성능을 향상시킬 수 있다. 예컨대, 안저 이미지에 대하여 안질환의 이상 징후를 검출하기에 용이하도록 하는 전처리 또는 망막 혈관 내지 혈류 변화가 강조되도록 하는 전처리가 수행될 수 있다.
- [219] 전술한 학습부의 데이터 가공 모듈에 의하여 이미지의 전처리가 수행될 수 있다. 데이터 가공 모듈은 리사이징된 이미지를 획득하고 학습에 요청되는 전처리를 수행할 수 있다.
- [220] 이미지의 전처리는 전술한 리사이징 처리가 완료된 이미지에 대하여 수행될 수 있다. 다만, 본 명세서에서 개시하는 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니고, 리사이징 처리를 생략하고 이미지에 대한 전처리가 수행될 수도 있다. 이미지의 전처리를 가하는 것은 이미지에 전처리 필터를 적용하는 것일 수 있다.
- [221] 일 실시예에 따르면, 이미지에 블러(blur) 필터가 적용될 수 있다. 이미지에 가우시안 필터가 적용될 수 있다. 이미지에 가우시안 블러 필터가 적용될 수도 있다. 또는, 이미지에 이미지를 선명하게 하는 디블러(deblur) 필터가 적용될 수 있다.
- [222] 다른 일 실시예에 따르면, 이미지의 색상을 조정 또는 변조하는 필터가 적용될 수 있다. 예컨대, 이미지를 구성하는 RGB 값 중 일부 성분의 값을 변경하거나, 또는, 이미지를 이진화하는 필터가 적용될 수도 있다.
- [223] 또 다른 일 실시예에 따르면, 이미지에 특정 요소가 강조되도록 하는 필터가 적용될 수 있다. 예컨대, 안저 이미지 데이터에 대하여, 각 이미지로부터 혈관 요소가 강조되도록 하는 전처리가 수행될 수 있다. 이때, 혈관 요소가 강조되도록 하는 전처리는 하나 이상의 필터를 순차적으로 또는 조합하여 적용하는 것일 수 있다.
- [224] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이미지의 전처리는 획득하고자 하는 진단 보조 정보의 특성을 고려하여 수행될 수 있다. 예컨대, 망막의 출혈, 드루젠, 미세혈관류, 삼출물 등의 소견과 관련된 진단 보조 정보를 획득하고자 하는 경우에는 획득된 안저 이미지를 레드프리 안저 이미지 형태로 변환하는 전처리를 수행할 수 있다.
- [225]
- [226] 1.2.2.4 이미지 증강(augmentation)
- [227] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이미지가 증강 또는 확장될 수 있다. 전술한 학습부의 데이터 가공 모듈에 의하여 이미지의 증강이 수행될 수 있다.
- [228] 증강된 이미지들은 신경망 모델의 트레이닝 성능 개선을 위하여 이용될 수 있다. 예컨대, 신경망 모델의 트레이닝을 위한 데이터의 양이 부족한 경우에, 트레이닝을 위한 데이터 수의 확대를 위하여 존재하는 트레이닝 이미지 데이터의 변조를 실시하고, 변조(또는 변화)된 이미지를 원본 이미지와 함께 이용함으로써 트레이닝 이미지 데이터 수를 늘릴 수 있다. 이에 따라 과학습(overfitting)이 억제되고 모델의 레이어를 보다 깊이 형성할 수 있으며,

예측 정확도가 향상될 수 있다.

- [229] 예를 들어, 이미지 데이터의 확장은, 이미지의 좌우를 반전시키거나, 이미지의 일부를 오려내거나, 이미지의 색상 값을 보정하거나, 또는 인위적인 노이즈를 추가하여 수행될 수 있다. 구체적인 예로, 이미지의 일부를 오려내는 것은 이미지를 구성하는 요소의 일부 영역을 오려내거나, 일부 영역들을 랜덤하게 오려내는 방식으로 수행될 수 있다. 보다 많은 예로, 이미지 데이터를 좌우 반전, 상하 반전, 회전, 일정 비율 리사이징, 크롭핑, 패딩, 색상 조정 또는 밝기 조정 함으로써 이미지 데이터를 확장할 수 있다.
- [230] 일 예로, 상술한 이미지 데이터의 증강 또는 확장은 일반적으로, 트레이닝 데이터 세트에 대하여 적용될 수 있다. 다만, 이외의 데이터 세트, 예컨대 테스트 데이터 세트, 즉 트레이닝 데이터를 이용한 학습 및 검증 데이터를 이용한 검증이 끝난 모델의 테스트를 위한 데이터 세트에도 적용될 수 있다.
- [231] 구체적인 예로, 데이터 세트로서 안저 이미지 데이터 세트가 이용되는 경우에, 데이터의 수를 늘리기 위하여 이미지를 반전시키거나, 오려내거나, 노이즈를 추가하거나, 색상을 변경하는 것 중 하나 이상의 처리를 랜덤하게 적용하여 증강된 안저 이미지 데이터 세트를 획득할 수 있다.
- [232] 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 데이터 세트의 확장을 설명하기 위한 도면이다. 도 12을 참조하면, 본 발명의 일 실시예들에 따른 이미지는 신경망 모델의 예측 정확도를 향상시키기 위하여 변형될 수 있다.
- [233] 구체적으로, 도 12를 참조하면, 본 발명의 일 실시예들에 따른 이미지는 일부 영역이 드롭아웃되거나(a), 좌우가 반전되거나(b), 중심점이 이동되거나 (c, d) 일부 영역의 색상이 변조(e)될 수 있다.
- [234]
- [235]
- [236] 1.2.2.5 이미지 직렬화(serialization)
- [237] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이미지 데이터는 직렬화(linearization) 될 수 있다. 이미지는 전술한 학습부의 데이터 가공 모듈에 의하여 직렬화될 수 있다. 직렬화 모듈은 전처리된 이미지 데이터를 직렬화하고 큐 모듈로 전달할 수 있다.
- [238] 이미지 데이터를 그대로 이용하여 학습에 이용하게 되면, 이미지 데이터는 JPG, PNB, DCM 등의 이미지 파일 형태를 가지기 때문에 디코딩이 필요한데, 매번 디코딩을 거쳐 학습을 수행하게 되면 모델 학습의 성능이 저하될 수 있다. 이에 따라, 이미지 파일을 그대로 학습에 이용하지 않고 직렬화하여 학습을 수행할 수 있다. 따라서, 학습 성능 및 속도를 향상시키기 위하여 이미지 데이터의 직렬화를 수행할 수 있다. 직렬화되는 이미지 데이터는 전술한 이미지 리사이징 및 이미지 전처리 중 하나 이상의 단계가 적용된 이미지 데이터이거나, 둘 다 처리되지 아니한 이미지 데이터일 수 있다.
- [239] 이미지 데이터 세트에 포함되는 각 이미지 데이터는 스트링 형태로 변환될 수 있다. 이미지 데이터는 이진화된 데이터 형태로 변환될 수 있다. 특히, 이미지

데이터는 신경망 모델의 학습에 이용되기에 적합한 데이터 형태로 변환될 수 있다. 일 예로, 이미지 데이터는 텐서플로우(tensorflow)를 이용한 신경망 모델 학습에 이용하기 위한 TFRecord 형태로 변환될 수 있다.

[240] 구체적인 예로, 데이터 세트로서 안저 이미지 세트가 이용되는 경우에, 획득된 안저 이미지 세트는 TFRecord 형태로 변환되어 신경망 모델의 학습에 이용될 수 있다.

[241]

[242] 1.2.2.6 큐(Queue)

[243] 데이터의 병목 현상을 해소하기 위하여 큐(Queue)가 이용될 수 있다. 전술한 학습부의 큐 모듈은 이미지 데이터를 큐에 저장하고, 학습 모델 모듈로 전달할 수 있다.

[244] 특히 CPU(Central Processing Unit)와 GPU(Graphic Processing Unit)를 함께 이용하여 학습 프로세스를 진행하는 경우에, 큐를 이용함으로써, CPU와 GPU 사이의 병목현상을 최소화하고 데이터베이스에 대한 접근이 원활하게 하며 메모리 사용 효율을 증진할 수 있다.

[245] 큐는 신경망 모델의 학습에 이용되는 데이터를 저장할 수 있다. 큐는 이미지 데이터를 저장할 수 있다. 큐에 저장되는 이미지 데이터는 전술한 데이터 가공 프로세스(즉, 리사이징, 전처리 및 증강) 중 적어도 하나가 처리된 이미지 데이터이거나 획득된 상태 그대로의 이미지일 수 있다.

[246] 큐는 이미지 데이터, 바람직하게는 전술한 바와 같이 직렬화된 이미지 데이터를 저장할 수 있다. 큐는 이미지 데이터를 저장하고, 신경망 모델로 이미지 데이터를 공급할 수 있다. 큐는 신경망 모델로 배치(batch) 사이즈 단위로 이미지 데이터를 전달할 수 있다.

[247] 큐는 이미지 데이터를 제공할 수 있다. 큐는 후술하는 학습 모듈에 데이터를 제공할 수 있다. 학습 모듈에서 데이터를 추출함에 따라 큐에 축적된 데이터 수가 줄어들 수 있다.

[248] 신경망 모델의 학습이 진행됨에 큐에 저장된 데이터 수가 기준 이하로 감소하면, 큐는 데이터의 보충을 요청할 수 있다. 큐는 특정 종류 데이터의 보충을 요청할 수 있다. 큐는 학습부는 데이터의 보충이 요청되면, 큐에 데이터를 보충할 수 있다.

[249] 큐는 학습 장치의 시스템 메모리에 마련될 수 있다. 예컨대, 큐는 중앙 처리 장치(CPU)의 RAM(Random Access Memory)에 형성될 수 있다. 이 경우, 큐의 크기 즉, 용량은 CPU의 RAM 용량에 따라 정해질 수 있다. 큐로는 선입선출(FIFO; First In First Out) 큐, 우선순위 큐(Priority Queue) 또는 랜덤 큐가 이용될 수 있다.

[250]

[251] 1.2.3 학습 프로세스

[252] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 신경망 모델의 학습 프로세스가 개시될 수 있다.

- [253] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신경망 모델의 학습은 전술한 학습 장치에 의하여 수행될 수 있다. 학습 프로세스는 학습 장치의 제어부에 의해 수행될 수 있다. 학습 프로세스는 전술한 학습부의 학습 모듈에 의하여 수행될 수 있다.
- [254] 도 13는 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 학습 프로세스를 설명하기 위한 블록도이다. 도 13을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 학습 프로세스는 데이터를 획득(S1010)하고, 신경망 모델을 학습(S1030)하고, 학습된 모델을 검증(S1050)하고, 학습된 모델의 변수를 획득(S1070)하여 수행될 수 있다.
- [255] 이하에서는, 도 13을 참조하여, 신경망 모델의 학습 프로세스에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [256]
- [257] 1.2.3.1 데이터 입력
- [258] 진단 보조 신경망 모델의 학습을 위한 데이터 세트가 획득될 수 있다.
- [259] 획득되는 데이터는 전술한 데이터 가공 프로세스에 의하여 처리된 이미지 데이터 세트일 수 있다. 일 예로, 데이터 세트는 사이즈가 조정되고 전처리 필터가 적용되고 데이터가 증강된 후 직렬화된 안저 이미지 데이터를 포함할 수 있다.
- [260] 신경망 모델의 학습 단계에서는 트레이닝 데이터 세트가 획득 및 이용될 수 있다. 신경망 모델의 검증 단계에서는 검증 데이터 세트가 획득 및 이용될 수 있다. 신경망 모델의 테스트 단계에서는 테스트 데이터 세트가 획득 및 이용될 수 있다. 각 데이터 세트는 안저 이미지 및 라벨을 포함할 수 있다.
- [261] 데이터 세트는 큐로부터 획득될 수 있다. 데이터 세트는 큐로부터 배치 사이즈 단위로 획득될 수 있다. 예컨대, 배치 사이즈로서 60개가 지정된 경우, 데이터 세트는 큐로부터 60개 단위로 추출될 수 있다. 배치 사이즈의 사이즈는 GPU의 RAM 용량에 의해 제한될 수 있다.
- [262] 데이터 세트는 큐로부터 학습 모듈로 랜덤하게 획득될 수 있다. 데이터 세트는 큐에 축적된 순서대로 획득될 수도 있다.
- [263] 학습 모듈은 큐로부터 획득되는 데이터 세트의 구성을 지정하여 추출할 수 있다. 일 예로, 학습 모듈은 특정 피검자의 좌안 라벨을 가지는 안저 이미지와 우안 라벨을 가지는 안저 이미지 데이터가 함께 학습에 이용되도록 추출할 수 있다.
- [264] 학습 모듈은 큐로부터 특정 라벨의 데이터 세트를 획득할 수 있다. 일 예로, 학습 모듈은 큐로부터 진단 정보 라벨이 비정상인 안저 이미지 데이터 세트를 획득할 수 있다. 학습 모듈은 큐로부터 라벨에 따른 데이터 수의 비율을 지정하여 데이터 세트를 획득할 수 있다. 일 예로, 학습 모듈은 큐로부터 진단 정보 라벨이 비정상인 안저 이미지 데이터의 수와 진단 정보 라벨이 정상인 안저 이미지 데이터의 수가 1 대 1이 되도록 안저 이미지 데이터 세트를 획득할 수 있다.

- [265]
- [266] 1.2.3.2 모델의 설계
- [267] 신경망 모델은 이미지 데이터에 기초하여 진단 보조 정보를 출력하는 진단 보조 모델일 수 있다. 진단 보조 정보 획득을 위한 진단 보조 신경망 모델의 구조는 미리 정해진 형태를 가질 수 있다. 신경망 모델은 복수의 계층 또는 레이어를 포함할 수 있다.
- [268] 신경망 모델은 진단 보조 정보를 생성하는 분류기(classifier)의 형태로 구현될 수 있다. 분류기는 이중 분류 또는 다중 분류를 수행할 수 있다. 예컨대, 신경망 모델은 입력 데이터를 특정 질병 또는 이상 징후 등의 타겟 진단 보조 정보에 대하여 정상 또는 비정상 클래스로 분류하는 이진 분류 모델일 수 있다. 또는, 신경망 모델은 입력 데이터를 특정 특성(예컨대, 질병의 진행 정도)에 대한 복수의 등급 클래스로 분류하는 다중 분류 모델일 수 있다. 또는, 신경망 모델은 특정 질병과 관련된 특정 수치를 출력하는 회귀 형태의 모델로 구현될 수도 있다.
- [269] 신경망 모델은 합성곱 신경망(CNN; Convolutional Neural Network)을 포함할 수 있다. 수 있다. CNN 구조로서, AlexNet, LENET, NIN, VGGNet, ResNet, WideResnet, GoogleNet, FractaNet, DenseNet, FitNet, RitResNet, HighwayNet, MobileNet, DeeplySupervisedNet 중 적어도 하나가 이용될 수 있다. 신경망 모델은 복수의 CNN 구조를 이용하여 구현될 수 있다.
- [270] 일 예로, 신경망 모델은 복수의 VGGNet 블록을 포함하도록 구현될 수 있다. 보다 구체적인 예로, 신경망 모델은 3x3 크기의 64개의 필터를 가지는 CNN 레이어, BN(Batch Normalization) 레이어 및 ReLu 레이어가 순차적으로 결합된 제1 구조 및 3x3 크기의 128개의 필터를 가지는 CNN 레이어, ReLu 레이어 및 BN 레이어가 순차적으로 결합된 제2 블록이 결합되어 마련될 수 있다.
- [271] 신경망 모델은 각 CNN 블록에 이어서, 맥스 풀링 레이어를 포함하고, 종단에는 GAP(Global Average pooling) 레이어, FC(Fully Connected) 레이어 및 활성화 레이어(예컨대, 시그모이드, 소프트맥스 등)를 포함할 수 있다.
- [272]
- [273] 1.2.3.3 모델의 학습
- [274] 신경망 모델은 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다.
- [275] 신경망 모델은 라벨링된 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다. 다만, 본 명세서에서 설명하는 진단 보조 신경망 모델의 학습 프로세스가 이에 한정되는 것은 아니며, 신경망 모델은 라벨링되지 아니한 데이터를 이용하여 비지도 형태로 학습될 수도 있다.
- [276] 신경망 모델의 학습은, 트레이닝 이미지 데이터에 기초하여, 임의의 가중치 값들이 부여된 신경망 모델을 이용하여 결과값을 획득하고, 획득된 결과값을 트레이닝 데이터의 라벨값과 비교하고 그 오차에 따라 역전파를 수행하여, 가중치 값들을 최적화함으로써 수행할 수 있다. 또한, 신경망 모델의 학습은

후술하는 모델의 검증 결과, 테스트 결과 및/또는 진단 단계로부터의 피드백으로부터 영향을 받을 수 있다.

[277] 상술한 신경망 모델의 학습은 텐서플로를 이용하여 수행될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되지는 아니하며, 티아노(Theano), 케라스(Keras), 카페(Caffe), 토치(Torch), CNTK(Microsoft Cognitive Toolkit) 등의 프레임워크가 신경망 모델의 학습에 이용될 수도 있다.

[278]

[279] 1.2.3.4 모델의 검증(validation)

[280] 신경망 모델은 검증 데이터 세트를 이용하여 검증될 수 있다. 신경망 모델의 검증은 학습이 진행된 신경망 모델로부터 검증 데이터 세트에 대한 결과값을 획득하고, 결과값과 검증 데이터 세트의 라벨을 비교하여 수행될 수 있다. 검증은 결과값의 정확도(accuracy)를 측정하여 수행될 수 있다. 검증 결과에 따라, 신경망 모델의 파라미터(예컨대, 가중치 및/또는 편향) 또는 하이퍼 파라미터(예컨대, 학습률)이 조정될 수 있다.

[281] 일 예로, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치는, 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 예측하는 신경망 모델을 학습시키고, 학습된 모델의 검증 안저 이미지에 대한 진단 보조 정보를 검증 안저 이미지에 대응되는 검증 라벨과 비교함으로써 진단 보조 신경망 모델의 검증을 수행할 수 있다.

[282] 신경망 모델의 검증에는, 별도의 검증 세트(external data set), 즉 트레이닝 데이터 세트에는 포함되지 않은 구별되는 요인을 가지는 데이터 세트가 이용될 수 있다. 예를 들어, 별도의 검증 세트는 트레이닝 데이터 세트와 인종, 환경, 나이, 성별 등의 요인이 구별되는 데이터 세트일 수 있다.

[283]

[284] 1.2.3.5 모델의 테스트

[285] 신경망 모델은 테스트 데이터 세트를 이용하여 테스트될 수 있다.

[286] 도 13에서 도시하지는 아니하였으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 프로세스에 의하면, 신경망 모델을 트레이닝 데이터 세트 및 검증 데이터 세트와 구분되는 테스트 데이터 세트를 이용하여 테스트할 수 있다. 테스트 결과에 따라, 신경망 모델의 파라미터(예컨대, 가중치 및/또는 편향) 또는 하이퍼 파라미터(예컨대, 학습률)이 조정될 수 있다.

[287] 일 예로, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치는 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 예측하도록 학습된 신경망 모델로부터, 트레이닝 및 검증에 이용되지 않은 테스트 안저 이미지 데이터를 입력으로 하는 결과 값을 획득하여, 학습 및 검증된 진단 보조 신경망 모델의 테스트를 수행할 수 있다.

[288] 신경망 모델의 테스트에는, 별도로 마련된 검증 세트(external data set), 즉 트레이닝 및/또는 검증 데이터와 구별되는 요인을 가지는 데이터 세트가 이용될 수 있다.

[289]

[290] 1.2.3.6 결과의 출력

[291] 신경망 모델의 학습 결과, 최적화된 모델의 파라미터 값이 획득될 수 있다. 전술한 바와 같이 테스트 데이터 세트를 이용하여 모델의 학습을 반복적으로 진행함에 따라, 보다 적절한 파라미터(또는 변수) 값이 얻어질 수 있다. 학습이 충분히 진행되면, 가중치(weight) 및/또는 편향(bias)의 최적화된 값이 획득될 수 있다.

[292] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 학습된 신경망 모델 및/또는 학습된 신경망 모델의 파라미터 또는 변수는 학습 장치 및/또는 진단 장치(또는 서버)에 저장될 수 있다. 학습된 신경망 모델은 진단 장치 및/또는 클라이언트 장치 등에 의하여 진단 보조 정보의 예측에 이용될 수 있다. 또한 학습된 신경망 모델의 파라미터 또는 변수는 진단 장치 또는 클라이언트 장치로부터 획득된 피드백에 의하여 갱신될 수도 있다.

[293]

[294] 1.2.3.7 모델 앙상블(ensemble)

[295] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 하나의 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 과정에서, 복수의 서브 모델이 동시에 학습될 수 있다. 복수의 서브 모델은 서로 다른 계층 구조를 가질 수 있다.

[296] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 신경망 모델은 복수의 서브 신경망 모델을 조합하여 구현될 수 있다. 다시 말해, 복수의 서브 신경망을 조합하는 앙상블 기법을 이용하여 신경망 모델의 학습을 수행할 수 있다.

[297] 앙상블을 형성하여 진단 보조 신경망 모델을 구성할 경우, 다양한 형태의 서브 신경망 모델로부터 예측되는 결과를 종합하여 예측을 수행할 수 있어, 결과 예측의 정확도가 보다 향상될 수 있다.

[298]

[299] 도 14은 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 학습 프로세스를 설명하기 위한 블록도이다. 도 14를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 학습 프로세스는, 데이터 세트를 획득(S1011)하고, 획득된 데이터를 이용하여 제1 모델(즉, 제1 신경망 모델) 및 제2 모델(즉, 제2 신경망 모델)을 학습(S1031, S1033)하고, 학습된 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 검증(S1051)하고, 최종 신경망 모델을 결정하고 그 파라미터 또는 변수를 획득(S10721)할 수 있다.

[300] 이하에서는, 도 14을 참조하여, 신경망 모델의 학습 프로세스에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.

[301]

[302] 본 발명의 일 실시예에 따르면 복수의 서브 신경망 모델은 동일한 트레이닝 데이터 세트를 획득하고, 개별적으로 출력값을 생성할 수 있다. 이때, 복수의 서브 신경망 모델의 앙상블을 최종 신경망 모델로 결정하고, 복수의 서브 신경망 모델 각각에 대한 파라미터 값이 학습 결과로 얻어질 수 있다. 최종 신경망 모델의 출력값은 각각의 서브 신경망 모델에 의한 출력값의 평균값으로 정해질

수 있다. 또는, 최종 신경망 모델의 출력값은 각각의 서브 신경망 모델 각각에 대한 검증 결과 얻어진 정확도를 고려하여, 각각의 서브 신경망 모델의 출력값에 대한 가중 평균값으로 정해질 수 있다.

- [303] 보다 구체적인 예로, 신경망 모델이 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델을 을 포함할 때, 기계 학습에 의하여 제1 서브 신경망 모델에 대한 최적화된 파라미터 값 및 제2 서브 신경망 모델의 최적화된 파라미터 값을 획득할 수 있다. 이때, 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델로부터 각각 획득되는 출력값(예컨대, 특정 진단 보조 정보에 대한 확률 값)들에 대한 평균값을 최종 신경망 모델의 출력값으로 결정할 수 있다.
- [304] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 복수의 서브 신경망 모델 각각에 의한 출력값에 기초하여 개별 서브 신경망 모델의 정확도를 평가할 수 있다. 이때, 정확도에 기초하여 복수의 서브 신경망 모델 중 어느 하나의 모델을 선택하여 최종 서브 신경망 모델로 결정할 수 있다. 결정된 서브 신경망 모델의 구조 및 학습 결과 얻어진 결정된 서브 신경망 모델의 파라미터 값들은 저장될 수 있다.
- [305] 보다 구체적인 예로, 신경망 모델이 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델을 을 포함할 때, 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델 각각에 따른 정확도를 획득하고, 보다 정확한 서브 신경망 모델을 최종 신경망 모델로 결정할 수 있다.
- [306] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 복수의 신경망 모델 중 적어도 하나의 서브 신경망을 조합하고, 조합된 적어도 하나의 서브 신경망 모델의 앙상블을 형성하고, 각각의 앙상블에 대하여 평가하되, 복수의 앙상블 중 정확도가 높은 앙상블을 형성하는 서브 신경망 모델의 조합을 최종 신경망 모델로 결정할 수 있다. 이때, 복수의 서브 신경망 모델 중 적어도 하나를 선택하는 가능한 모든 경우의 수에 대하여 앙상블을 수행하고, 가장 정확도가 높은 것으로 평가된 서브 신경망 조합을 최종 신경망 모델로 결정할 수도 있다.
- [307] 보다 구체적인 예로, 신경망 모델이 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델을 을 포함할 때, 제1 서브 신경망 모델의 정확도, 제2 서브 신경망 모델의 정확도 및 제1 및 제2 서브 신경망 모델의 앙상블에 의한 정확도를 비교하고, 가장 정확한 경우의 서브 신경망 모델 구성을 최종 신경망 모델로 결정할 수 있다.
- [308]
- [309] 1.2.4 실시예 1 - 학습 장치의 제어 방법.
- [310] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [311] 도 15를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법은 제1 안저 이미지의 전처리를 수행하는 단계(S110), 전처리된 제1 안저 이미지를 직렬화하는 단계(S130), 제1 신경망 모델을 학습시키는 단계(S150)를 포함할 수 있다.

- [312] 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법은 복수의 안저 이미지를 포함하는 제1 트레이닝 데이터 세트를 획득하고, 제1 트레이닝 데이터 세트에 포함된 안저 이미지를 가공하고, 제1 트레이닝 데이터를 이용하여, 제1 신경망 모델을 학습시키는 학습 장치, 진단 보조 정보를 획득하기 위한 대상 안저 이미지를 획득하고, 학습된 제1 신경망 모델을 이용하여 대상 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 획득하는 진단 장치를 포함하는 시스템을 포함되는 학습 장치의 제어 방법일 수 있다.
- [313] 제1 안저 이미지의 전처리를 수행하는 단계(S110)는 제1 트레이닝 데이터 세트에 포함된 제1 안저 이미지가 제1 신경망 모델의 학습에 적절한 형태로 변환되도록 제1 안저 이미지의 전처리를 수행하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [314] 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법은, 전처리된 제1 안저 이미지를 직렬화하는 단계(S130)를 포함할 수 있다. 제1 안저 이미지는 신경망 모델의 학습에 용이한 형태로 직렬화될 수 있다.
- [315] 이때, 제1 신경망 모델을 학습시키는 단계(S150)는 직렬화된 제1 안저 이미지를 이용하여, 대상 안저 이미지를 제1 라벨 또는 제2 라벨로 분류하는 제1 신경망 모델을 학습시키는 것을 더 포함할 수 있다.
- [316]
- [317] 학습 장치는 복수의 안저 이미지를 포함하고 제1 트레이닝 데이터 세트와 적어도 일부 상이한 제2 트레이닝 데이터 세트를 획득하고, 제2 트레이닝 데이터 세트를 이용하여, 제2 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [318] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 학습 장치의 제어 방법은 제2 트레이닝 세트에 포함된 제2 안저 이미지가 제2 신경망 모델의 학습에 적합하도록 제2 안저 이미지의 전처리를 수행하는 단계, 전처리된 제2 안저 이미지를 직렬화하는 단계 및 직렬화된 제2 안저 이미지를 이용하여, 대상 안저 이미지를 제3 라벨 또는 제4 라벨로 분류하는 제2 신경망 모델을 학습시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [319] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 16을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법은 제2 안저 이미지의 전처리를 수행하는 단계(S210), 전처리된 제2 안저 이미지를 직렬화하는 단계(S230), 제2 신경망 모델을 학습시키는 단계(S250)를 포함할 수 있다.
- [320] 도 16에서는 설명의 편의를 위하여, 제1 안저 이미지의 전처리, 제1 안저 이미지의 직렬화 및 제1 안저 이미지를 이용한 학습에 이어서 제1 안저 이미지의 전처리, 제2 안저 이미지의 직렬화 및 제1 안저 이미지를 이용한 학습에 이어서 수행되는 것으로 묘사하였으나, 본 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [321] 제2 트레이닝 세트에 포함된 제2 안저 이미지의 전처리, 및 제2 안저 이미지의 직렬화 및 제2 안저 이미지를 이용한 학습은, 전술한 제1 안저 이미지의 전처리, 제1 안저 이미지의 직렬화 및 제1 안저 이미지를 이용한 학습과 독립적으로

수행될 수 있다. 제2 트레이닝 세트에 포함된 제2 안저 이미지의 전처리, 및 제2 안저 이미지의 직렬화 및 제2 안저 이미지를 이용한 학습은, 전술한 제1 안저 이미지의 전처리, 제1 안저 이미지의 직렬화 및 제1 안저 이미지를 이용한 학습과 병렬적으로 수행될 수 있다. 다시 말해, 제2 트레이닝 세트에 포함된 제2 안저 이미지의 전처리, 및 제2 안저 이미지의 직렬화 및 제2 안저 이미지를 이용한 학습은, 반드시 전술한 제1 안저 이미지의 전처리, 제1 안저 이미지의 직렬화 및 제1 안저 이미지를 이용한 학습 이후에 이루어지거나, 이전에 이루어져야 하는 것은 아니며, 제1 안저 이미지에 대한 처리 및 제2 안저 이미지에 대한 처리는 상호 의존관계 없이 수행될 수 있다.

[322]

[323] 제1 트레이닝 데이터 세트에 포함된 안저 이미지에 대하여 수행되는 제1 전처리는 제2 트레이닝 데이터 세트에 포함된 안저 이미지에 대하여 수행되는 제2 전처리와 구별될 수 있다. 예컨대, 제1 전처리는 혈관 강조 전처리이고, 제2 전처리는 색상 변조 전처리일 수 있다. 각 전처리는 각 신경망 모델을 통하여 획득하고자 하는 진단 보조 정보를 고려하여 결정될 수 있다.

[324]

[325] 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법은, 제1 트레이닝 데이터 세트와 적어도 일부 구별되는 제1 검증 데이터 세트를 이용하여, 학습된 제1 신경망 모델의 정확도(accuracy)를 평가하여, 제1 신경망 모델을 검증하는 단계 및 제2 트레이닝 데이터 세트와 적어도 일부 구별되는 제2 검증 데이터 세트를 이용하여, 학습된 제1 신경망 모델의 정확도(accuracy)를 평가하여, 제2 신경망 모델을 검증하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 제1 신경망 모델의 및 제2 신경망 모델의 검증은 독립적으로 수행될 수 있다.

[326]

[327] 직렬화된 제1 안저 이미지는 제1 큐에 순차적으로 저장되고, 제1 큐에 저장된 직렬화된 안저 이미지는 제1 큐로부터 미리 정해진 용량 단위로 제1 신경망 모델의 학습에 이용되고, 직렬화된 제2 안저 이미지는 제1 큐와 구별되는 제2 큐에 순차적으로 저장되고, 제2 큐에 저장된 직렬화된 안저 이미지는 제2 큐로부터 미리 정해진 용량 단위로 제1 신경망 모델의 학습에 이용될 수 있다.

[328]

[329] 제1 신경망 모델은 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델을 포함할 수 있다. 이때, 대상 안저 이미지를 제1 라벨 또는 제2 라벨로 분류하는 것은 제1 서브 신경망 모델에 의해 예측되는 제1 예측값 및 제2 서브 신경망 모델에 의해 예측되는 제2 예측값을 함께 고려하여 수행될 수 있다.

[330]

제2 신경망 모델은 제3 서브 신경망 모델 및 제4 서브 신경망 모델을 포함할 수 있다. 이때, 대상 안저 이미지를 제3 라벨 또는 제4 라벨로 분류하는 것은 제3 서브 신경망 모델에 의해 예측되는 제3 예측값 및 제4 서브 신경망 모델에 의해 예측되는 제4 예측값을 함께 고려하여 수행될 수 있다.

[331]

[332] 제1 트레이닝 데이터 세트는 제1 라벨로 라벨링된 안저 이미지를 적어도 일부 포함하고, 제2 트레이닝 데이터 세트는 제3 라벨로 라벨링된 안저 이미지를 적어도 일부 포함할 수 있다. 이때, 제1 라벨로 라벨링된 안저 이미지 및 제3 라벨로 라벨링된 적어도 일부의 안저 이미지는 일부 공통될 수 있다.

[333]

[334] 제1 라벨은 대상 안저 이미지에 대응되는 피검체가 제1 소견에 대하여 정상임을 지시하는 정상 라벨이고, 제2 라벨은 피검체가 상긴 제2 소견에 대하여 비정상임을 지시하는 비정상 라벨일 수 있다.

[335]

[336] 제1 안저 이미지의 전처리를 수행하는 단계는, 제1 안저 이미지가 기준 중형비를 만족하도록 크롭하고, 제1 안저 이미지의 사이즈를 변경하는 것을 포함할 수 있다.

[337]

제1 안저 이미지의 전처리를 수행하는 단계는, 가공부가 제1 안저 이미지에 포함된 혈관이 강조되도록 안저 이미지에 혈관 강조 필터를 적용하는 것을 더 포함할 수 있다.

[338]

직렬화된 제1 안저 이미지는 큐에 순차적으로 저장되고, 큐에 저장된 직렬화된 제1 안저 이미지는 큐로부터 미리 정해진 용량 단위로 제1 신경망 모델의 학습에 이용될 수 있다. 큐는 제1 학습에 이용되지 않은 직렬화된 제1 안저 이미지가 기준 용량 이하로 감소하면 직렬화된 제1 안저 이미지의 보충을 요청할 수 있다.

[339]

제1 소견은 망막 출혈 소견, 망막 삼출물 발생 소견, 수정체 혼탁 소견, 당뇨 망막증 소견 중 어느 하나일 수 있다.

[340]

[341] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[342]

도 17을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치의 제어 방법은 제1 신경망 모델을 검증하는 단계(S170) 및 제1 신경망 모델을 갱신하는 단계(S190)를 더 포함할 수 있다.

[343]

제1 신경망 모델을 검증하는 단계(S170)는 제1 트레이닝 데이터 세트와 적어도 일부 구별되는 제1 검증 데이터 세트를 이용하여, 학습된 제1 신경망 모델의 정확도(accuracy)를 평가하여 1 신경망 모델을 검증하는 것을 더 포함할 수 있다.

[344]

제1 신경망 모델을 갱신하는 단계(S190), 제1 신경망 모델을 검증하는 단계(S170)로부터 얻어진 검증 결과를 반영하여, 제1 신경망 모델을 갱신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[345]

[346] 한편, 제1 신경망 모델은 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델을 포함할 수 있다. 이때, 제1 신경망 모델을 학습시키는 단계는 제1 검증 데이터 세트를 이용하여 제1 서브 신경망 모델을 검증하여 제1 서브 신경망 모델의

정확도를 획득하고, 제1 검증 데이터 세트를 이용하여 제2 서브 신경망 모델을 검증하여 제2 서브 신경망 모델의 정확도를 획득하고, 제1 서브 신경망 모델의 정확도 및 제2 서브 신경망 모델의 정확도를 비교하여 보다 정확한 서브 신경망 모델을 최종 신경망 모델로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[347]

[348] 1.3 진단 보조 프로세스

[349] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하는 진단 보조 프로세스(또는 진단 프로세스)가 제공될 수 있다. 구체적인 예로, 진단 보조 프로세스에 의하여, 안저 이미지를 이용하고 학습된 진단 보조 신경망 모델을 통하여 진단 보조 정보(예컨대, 진단 정보 또는 소견 정보)가 예측될 수 있다.

[350] 이하에서 설명하는 진단 보조 프로세스는 진단 장치에 의하여 수행될 수 있다.

[351]

[352] 1.3.1 진단부

[353] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 프로세스는 진단부(200)에 의해 수행될 수 있다. 진단부(200)는 전술한 진단 장치 내에 마련될 수 있다.

[354] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부(200)의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 18을 참조하면, 진단부(200)는 진단 요청 획득 모듈(210), 데이터 가공 모듈(230), 진단 모듈(250) 및 출력 모듈(270)을 포함할 수 있다.

[355] 각각의 모듈은 후술하는 바와 같이 데이터 가공 프로세스 및 학습 프로세스의 개별 단계들을 수행할 수 있다. 다만 도 16에서 설명하는 구성 요소들 및 각 요소들이 수행하는 기능이 모두 필수적인 것은 아니며, 진단의 양태에 따라 일부 요소가 추가되거나 일부 요소가 생략될 수 있다.

[356]

[357] 1.3.2 데이터 획득 및 진단 요청

[358] 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치는 진단 대상 데이터를 획득하고, 이에 기초하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단 대상 데이터는 이미지 데이터일 수 있다. 전술한 진단부의 진단 요청 획득 모듈에 의하여 데이터 획득 및 진단 요청의 획득이 수행될 수 있다.

[359] 도 19는 본 발명의 일 예에 따른 진단 대상 데이터(TD)를 설명하기 위한 도면이다. 도 19를 참조하면, 진단 대상 데이터(TD)는 진단 대상 이미지(TI) 및 진단 대상 객체 정보(PI; patient information)를 포함할 수 있다.

[360] 진단 대상 이미지(TI)는 진단 대상 객체에 대한 진단 보조 정보를 획득하기 위한 이미지일 수 있다. 예컨대, 진단 대상 이미지는 안저 이미지일 수 있다. 진단 대상 (TI) JPG, PNG, DCM(DICOM), BMP, GIF, TIFF 중 어느 하나의 포맷을 가질 수 있다.

[361] 진단 객체 정보(PI)는 진단 대상 객체를 식별하기 위한 정보일 수 있다. 또는, 진단 객체 정보(PI)는 진단 대상 객체 또는 이미지의 특성 정보일 수 있다.

예컨대, 진단 객체 정보(PI)는 진단 대상 이미지의 촬상 일시, 촬영 장비, 진단 대상 피검체의 식별 번호, ID, 성명, 성별, 나이 또는 몸무게 등의 정보를 포함할 수 있다. 진단 대상 이미지가 안저 이미지인 경우, 진단 객체 정보(PI)는 좌안인지 우안인지를 나타내는 양안 정보 등의 안구 관련 정보를 더 포함할 수 있다.

- [362] 진단 장치는 진단 요청을 획득할 수 있다. 진단 장치는 진단 요청과 함께 진단 대상 데이터를 획득할 수 있다. 진단 장치는 진단 요청이 획득되면, 학습된 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단 장치는 클라이언트 장치로부터 진단 요청을 획득할 수 있다. 또는, 진단 장치는 별도로 마련된 입력 수단을 통하여 사용자로부터 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [363]
- [364] 1.3.3 데이터 가공 프로세스
- [365] 획득된 데이터는 가공될 수 있다. 데이터의 가공은 전술한 진단부의 데이터 가공 모듈에 의하여 수행될 수 있다.
- [366] 데이터 가공 프로세스는 일반적으로, 전술한 학습 프로세스에서의 데이터 가공 프로세스와 유사하게 수행될 수 있다. 이하에서는, 학습 프로세스에서의 데이터 가공 프로세스와의 차이점을 중심으로, 진단 프로세스에서의 데이터 가공 프로세스에 대하여 설명한다.
- [367] 진단 프로세스에서, 진단 장치는 학습 프로세스에서와 마찬가지로 데이터를 획득할 수 있다. 이때, 획득되는 데이터는 학습 프로세스에서 획득되는 데이터와 동일한 형식일 수 있다. 예를 들어, 학습 프로세스에서 학습 장치가 DCM 형식의 이미지 데이터를 이용하여 진단 보조 신경망 모델을 학습시킨 경우, 진단 장치는 DCM 이미지를 획득하고 학습된 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [368] 진단 프로세스에서, 획득된 진단 대상 이미지는 학습 프로세스에서 이용된 이미지 데이터와 유사하게, 리사이징될 수 있다. 진단 대상 이미지는, 학습된 진단 보조 신경망 모델을 통한 진단 보조 정보 예측을 효율적으로 수행하기 위하여, 적절한 용량, 크기 및/또는 중형비를 가지도록 그 형태가 조정될 수 있다.
- [369] 예를 들어, 진단 대상 이미지가 안저 이미지인 경우, 안저 이미지에 기초한 진단 정보의 예측을 위하여, 이미지의 불필요한 부분을 크롭하거나, 그 사이즈를 축소하는 등의 리사이징이 수행될 수 있다.
- [370] 진단 프로세스에서, 획득된 진단 대상 이미지에는, 학습 프로세스에서 이용된 이미지 데이터와 유사하게, 전처리 필터가 적용될 수 있다. 진단 대상 이미지는, 학습된 진단 보조 신경망 모델을 통한 진단 보조 정보 예측의 정확도가 보다 향상되도록, 적절한 필터가 적용될 수 있다.
- [371] 예를 들어, 진단 대상 이미지가 안저 이미지인 경우, 정 진단 정보의 예측이 용이하도록 하는 전처리, 예컨대 혈관이 강조되도록 하는 이미지 전처리 또는 특정 색상이 강조되거나 약화되도록 하는 이미지 전처리가 진단 대상 이미지에 적용될 수 있다.

- [372] 진단 프로세스에서, 획득된 진단 대상 이미지는, 학습 프로세스에서 이용된 이미지 데이터와 유사하게, 직렬화될 수 있다. 진단 대상 이미지는 특정 워크프레임에서의 진단 모델 구동이 용이한 형태로 변환 또는 직렬화될 수 있다.
- [373] 진단 대상 이미지의 직렬화는 생략될 수 있다. 이는, 학습 단계에서와 달리 진단 단계에서는 프로세서가 한번에 처리하는 데이터의 수가 많지 않아, 데이터 처리 속도에 대한 부담이 상대적으로 적기 때문일 수 있다.
- [374] 진단 프로세스에서, 획득된 진단 대상 이미지는, 학습 프로세스에서 이용된 이미지 데이터와 유사하게, 큐에 저장될 수 있다. 다만, 진단 프로세스에서는 처리 데이터 수가 학습 프로세스에 비하여 적으므로, 데이터를 큐에 저장하는 단계는 생략될 수도 있다.
- [375] 한편, 진단 프로세스에서는, 데이터 수의 증가가 요구되지 않으므로, 정확한 진단 보조 정보의 획득을 위하여, 학습 프로세스와 달리 데이터 증강 또는 이미지 증강 절차는 이용하지 않음이 바람직할 것이다.
- [376]
- [377] 1.3.4 진단 프로세스
- [378] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 학습된 신경망 모델을 이용한 진단 프로세스가 개시될 수 있다. 진단 프로세스는 전술한 진단 장치에서 수행될 수 있다. 진단 프로세스는 전술한 진단 서버에서 수행될 수 있다. 진단 프로세스는 전술한 진단 장치의 제어부에서 수행될 수 있다. 진단 프로세스는 전술한 진단부의 진단 모듈에 의하여 수행될 수 있다.
- [379] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 프로세스를 설명하기 위한 도면이다. 도 20을 참조하면, 진단 프로세스는 진단 대상 데이터를 획득(S2010)하고, 학습된 신경망 모델을 이용하여(S2030), 획득된 진단 대상 데이터에 대응되는 결과를 획득하여 수행(S2050)될 수 있다. 다만, 데이터의 가공은 선택적으로 수행될 수 있다.
- [380] 이하에서는 도 20을 참조하여, 진단 프로세스의 각 단계에 대하여 설명한다.
- [381]
- [382] 1.3.4.1 데이터 입력
- [383] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 모듈은 진단 대상 데이터를 획득할 수 있다. 획득된 데이터는, 전술한 바와 같이 가공된 데이터일 수 있다. 일 예로, 획득된 데이터는 사이즈가 조절되고 혈관이 강조되도록 하는 전처리가 적용된 피검자의 안저 이미지 데이터일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 하나의 피검자의 좌안 이미지 및 우안 이미지는 함께 진단 대상 데이터로 입력될 수 있다.
- [384]
- [385] 1.3.4.2 데이터 분류
- [386] 분류기 형태로 마련된 진단 보조 신경망 모델은 입력된 진단 대상 이미지를 소정의 라벨에 대하여 긍정 또는 부정 클래스로 분류할 수 있다.

- [387] 학습된 진단 보조 신경망 모델은 진단 대상 데이터를 입력받고, 예측되는 라벨을 출력할 수 있다. 학습된 진단 보조 신경망 모델은 진단 보조 정보의 예측값을 출력할 수 있다. 학습된 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단 보조 정보는 예측되는 라벨에 기초하여 결정될 수 있다.
- [388] 예를 들어, 진단 보조 신경망 모델은 피검체의 안질환 또는 전신 질환에 대한 진단 정보(즉, 질병의 유무에 대한 정보) 또는 소견 정보(즉, 이상 소견의 유무에 대한 정보)를 예측할 수 있다. 이때, 진단 정보 또는 소견 정보는 확률 형태로 출력될 수 있다. 예컨대, 피검체가 특정 질병을 보유할 확률 또는 피검체의 안저 이미지체 특정 이상 소견이 있을 확률이 출력될 수 있다. 분류기 형태로 마련된 진단 보조 신경망 모델을 이용하는 경우에, 예측되는 라벨은 출력되는 확률값(또는 예측 점수)이 임계값을 초과하는지 여부를 고려하여 결정될 수 있다.
- [389] 구체적인 예로, 진단 보조 신경망 모델은 피검체의 안저 사진을 진단 대상 이미지로 하여, 피검체의 당뇨 망막증 유무를 확률값으로 출력할 수 있다. 1을 정상으로 하는 분류기 형태의 진단 보조 신경망 모델을 이용하는 경우, 피검체의 안저 사진을 진단 보조 신경망 모델에 입력하고, 피검체의 당뇨 망막증 보유 여부에 대하여, 정상 : 비정상 의 확률 값을 0.74:0.26 등의 형태로 획득할 수 있다.
- [390] 여기에서는 분류기 형태의 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 데이터를 분류하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되지는 아니하며, 회귀 모델 형태로 구현된 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 특정한 진단 보조 수치(예컨대, 혈압 등)를 예측할 수도 있다.
- [391]
- [392] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 이미지의 적합성 정보가 획득될 수 있다. 적합성 정보는 진단 대상 이미지가 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하기에 적합한지 여부를 나타낼 수 있다.
- [393] 이미지의 적합성 정보는 이미지의 품질 정보일 수 있다. 품질 정보 또는 적합성 정보는, 진단 대상 이미지가 기준 레벨에 미치는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [394] 예컨대, 진단 대상 이미지가 촬영 장비의 결함 또는 촬영시 조명의 영향 등으로 인하여 결함을 가지는 경우, 해당 진단 대상 이미지에 대하여는 적합성 정보로서 부적합 결과가 출력될 수 있다. 진단 대상 이미지에 노이즈가 일정 수준 이상 포함된 경우, 그 진단 대상 이미지는 부적합한 것으로 판단될 수 있다.
- [395] 적합성 정보는 신경망 모델을 이용하여 예측된 값일 수 있다. 또는, 적합성 정보는 별도의 이미지 분석 프로세스를 통하여 획득된 정보일 수 있다.
- [396] 일 실시예에 따르면, 이미지가 부적합한 것으로 분류된 경우에도, 부적합한 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보가 획득될 수 있다.
- [397] 일 실시예에 따르면, 부적합한 것으로 분류된 이미지는 진단 보조 신경망 모델에 의하여 재검토될 수 있다.

- [398] 이때, 재검토를 수행하는 진단 보조 신경망 모델은, 최초 검토를 수행하는 진단 보조 신경망 모델과 상이할 수 있다. 예를 들어, 진단 장치는 제1 진단 보조 신경망 모델 및 제2 진단 보조 신경망 모델을 저장하고, 제1 진단 보조 신경망 모델을 통하여 부적합한 것으로 분류된 이미지는 제2 진단 보조 신경망 모델을 통하여 검토될 수 있다.
- [399]
- [400] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 학습된 신경망 모델로부터 CAM(Class Activation Map)이 획득될 수 있다. 진단 보조 정보는 CAM을 포함할 수 있다. CAM은 다른 진단 보조 정보와 함께 획득될 수 있다.
- [401] CAM의 경우, 선택적으로 획득될 수 있다. 예를 들어, CAM의 경우, 진단 보조 모델에 의하여 획득된 진단 정보 또는 소견 정보가 비정상 클래스로 분류된 경우에 CAM이 추출 및/또는 출력될 수 있다.
- [402]
- [403]
- [404] 1.3.5 진단 보조 정보의 출력
- [405] 진단 보조 정보는, 진단 보조 신경망 모델로부터 예측된 라벨에 기초하여 결정될 수 있다.
- [406] 진단 보조 정보의 출력은 전술한 진단부의 출력 모듈에 의하여 수행될 수 있다. 진단 보조 정보는 진단 장치로부터 클라이언트 장치로 출력될 수 있다. 진단 보조 정보는 진단 장치로부터 서버 장치로 출력될 수 있다. 진단 보조 정보는 진단 장치 또는 진단 서버에 저장될 수 있다. 진단 보조 정보는 별도로 마련된 서버 장치 등에 저장될 수 있다.
- [407] 진단 보조 정보는 데이터베이스화 되어 관리될 수 있다. 예컨대, 획득된 진단 보조 정보는 피검체의 식별 번호에 따라 해당 피검체의 진단 대상 이미지와 함께 저장 및 관리될 수 있다. 이때, 피검체의 진단 대상 이미지 및 진단 보조 정보는 시간 순서에 따라 관리될 수 있다. 진단 보조 정보 및 진단 대상 이미지를 시계열적으로 관리함으로써, 개인별 진단 정보의 추적 및 이력 관리가 용이해질 수 있다.
- [408]
- [409] 진단 보조 정보는 사용자에게 제공될 수 있다. 진단 보조 정보는 진단 장치 또는 클라이언트 장치의 출력 수단을 통하여 사용자에게 제공될 수 있다. 진단 보조 정보는 진단 장치 또는 클라이언트 장치에 마련된 시각적 또는 청각적 출력 수단을 통하여 사용자가 인지할 수 있도록 출력될 수 있다.
- [410] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사용자에게 진단 보조 정보를 효과적으로 제공하기 위한 인터페이스가 제공될 수 있다. 이러한 사용자 인터페이스와 관련하여서는 후술하는 5. 사용자 인터페이스 에서 보다 상세히 설명한다.
- [411]
- [412] 신경망 모델에 의하여 CAM이 획득된 경우, CAM의 이미지가 함께 제공될 수

있다. CAM 이미지의 경우 선택적으로 제공될 수 있다. 예컨대, 진단 보조 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 정보가 정상 소견 정보 또는 정상 진단 정보인 경우 CAM 이미지를 제공하지 않고, 획득된 진단 정보가 비정상 소견 정보 또는 비정상 진단 정보인 경우, 보다 정확한 임상 진단을 위하여 CAM 이미지가 함께 제공될 수 있다.

[413]

[414] 이미지가 부적합한 것으로 분류된 경우, 이미지의 적합성 정보가 함께 제공될 수 있다. 일 예로, 이미지가 부적합한 것으로 분류된 경우, 해당 이미지에 따라 획득된 진단 보조 정보 및 부적합 판정 정보가 함께 제공될 수 있다.

[415] 부적합한 것으로 판정된 진단 대상 이미지는 재촬영 대상 이미지로 분류될 수도 있다. 이때, 재촬영 대상으로 분류된 이미지의 대상 객체에 대한 재촬영 안내가 적합성 정보와 함께 제공될 수 있다.

[416]

[417] 한편, 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 보조 정보를 제공하는 것에 응답하여, 신경망 모델의 학습과 관련된 피드백이 획득될 수 있다. 예컨대, 신경망 모델의 학습과 관련된 파라미터 또는 하이퍼 파라미터를 조정하기 위한 피드백이 획득될 수 있다. 피드백은 진단 장치 또는 클라이언트 장치에 마련된 사용자 입력부를 통하여 획득될 수 있다.

[418]

[419] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 대상 이미지에 대응되는 진단 보조 정보는 등급 정보를 포함할 수 있다. 등급 정보는 복수의 등급 중 선택될 수 있다. 등급 정보는 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 정보 및/또는 소견 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 등급 정보는 진단 대상 이미지의 적합성 정보 또는 품질 정보를 고려하여 결정될 수 있다. 신경망 모델이 다중 분류를 수행하는 분류기 모델인 경우, 등급 정보는 진단 대상 이미지가 신경망 모델에 의하여 분류된 클래스를 고려하여 결정될 수 있다. 신경망 모델이 특정 질병과 관련된 수치를 출력하는 회귀 모델인 경우, 등급 정보는 출력되는 수치를 고려하여 결정될 수 있다.

[420] 예를 들어, 진단 대상 이미지에 대응하여 획득된 진단 보조 정보는 제1 등급 정보 또는 제2 등급 정보 중 선택된 어느 하나의 등급 정보를 포함할 수 있다. 등급 정보는, 신경망 모델을 통하여 비정상 소견 정보 또는 비정상 진단 정보가 획득된 경우, 제1 등급 정보로 선택될 수 있다. 등급 정보는 신경망 모델을 통하여 비정상 소견 정보 또는 비정상 진단 정보가 획득되지 않은 경우, 제2 등급 정보로 선택될 수 있다. 또는, 등급 정보는, 신경망 모델을 통하여 획득된 수치가 기준 수치를 초과하는 경우 제1 등급 정보로 선택되고, 획득된 수치가 기준 수치에 못 미치는 경우 제2 등급 정보로 선택될 수도 있다. 제1 등급 정보는 제2 등급 정보에 비하여, 진단 대상 이미지에 강한 비정상 정보가 존재함을 나타낼 수 있다.

[421] 한편, 등급 정보는, 이미지 분석 또는 신경망 모델을 이용하여, 진단 대상

이미지의 품질이 기준 이하인 것으로 판단된 경우, 제3 등급 정보로 선택될 수 있다. 혹은, 진단 보조 정보는 제3 등급 정보를 제1 또는 제2 등급 정보와 함께 포함할 수 있다.

- [422] 진단 보조 정보가 제1 등급 정보를 포함하는 경우, 제1 사용자 안내가 출력 수단을 통하여 출력될 수 있다. 제1 사용자 안내는, 진단 보조 정보에 대응되는 피검체(즉, 환자)에 대하여 보다 정밀한 검사가 요구됨을 지시할 수 있다. 예컨대, 제1 사용자 안내는 피검체에 대한 2차 진단(예를 들어, 별도의 의료 기관에서의 진단 또는 전원 절차)가 요구됨을 지시할 수 있다. 또는, 제1 사용자 안내는 피검체에 대하여 요구되는 처치를 지시할 수 있다. 구체적인 예로, 진단 보조 정보에 의하여, 피검체의 황반 변성에 대한 비정상 정보가 획득된 경우, 제1 사용자 안내는 피검체에 대한 주사 처방 및 전원 절차에 대한 안내(예를 들어, 전원이 가능한 병원의 리스트)를 포함할 수 있다.
- [423] 진단 보조 정보가 제2 등급 정보를 포함하는 경우, 제2 사용자 안내가 출력 수단을 통하여 출력될 수 있다. 제2 사용자 안내는 진단 보조 정보에 대응되는 피검체에 대한 추후 관리 방안을 포함할 수 있다. 예컨대, 제2 사용자 안내는 피검체의 다음 진료 시기, 다음 진료 과목 등을 지시할 수 있다.
- [424] 진단 대상 정보가 제3 등급 정보를 포함하는 경우, 제3 사용자 안내가 출력 수단을 통하여 출력될 수 있다. 제3 사용자 안내는 진단 대상 이미지에 재촬영이 요구됨을 지시할 수 있다. 제3 사용자 안내는 진단 대상 이미지의 품질에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예컨대, 제3 사용자 안내는 진단 대상 이미지에 존재하는 흠결의 정보(예컨대, **bright artifact** 인지 또는 **dark artifact** 인지, 혹은 그 정도)를 포함할 수 있다.
- [425]
- [426]
- [427] 1.4 복수 라벨 대한 진단 보조 시스템
- [428] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수 라벨(예컨대, 복수의 진단 보조 정보)에 대하여 예측하기 위한 진단 보조 시스템이 제공될 수 있다. 이를 위하여, 전술한 진단 보조 시스템의 진단 보조 신경망을 복수의 라벨에 대하여 예측하도록 설계할 수 있다.
- [429] 또는, 위와 전술한 진단 보조 시스템에 있어서, 서로 다른 라벨에 대하여 예측하는 복수의 진단 보조 신경망이 병렬적으로 이용될 수 있다. 이하에서는, 이러한 병렬 진단 보조 시스템에 대하여 설명한다.
- [430]
- [431] 1.4.1 병렬 진단 보조 시스템 구성
- [432] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 진단 보조 정보를 획득하기 위한 병렬 진단 보조 시스템이 제공될 수 있다. 병렬 진단 보조 시스템은 복수의 진단 보조 정보를 획득하기 위한 복수의 신경망 모델을 학습시키고, 학습된 복수의 신경망 모델을 이용하여 복수의 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

- [433] 예컨대, 병렬 진단 보조 시스템은 안저 이미지에 기초하여, 피검체의 안질환 유무와 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델 및 피검체의 전신 질환 유무와 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습시키고, 학습된 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 이용하여 피검체의 안질환 유무 및 전신 질환 유무에 관한 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [434]
- [435] 도 21 및 22는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 21 및 22를 참조하면, 병렬 진단 보조 시스템은 복수의 학습부를 포함할 수 있다.
- [436] 도 21을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템(30)은 학습 장치(1000), 진단 장치(2000) 및 클라이언트 장치(3000)를 포함할 수 있다. 이때, 학습 장치(1000)는 복수의 학습부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 학습 장치(1000)는 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)를 포함할 수 있다.
- [437] 도 22를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템(40)은 제1 학습 장치(1000a), 제2 학습 장치(1000b), 진단 장치(2000) 및 클라이언트 장치(3000)를 포함할 수 있다. 제1 학습 장치(1000a)는 제1 학습부(100a)를 포함할 수 있다. 제2 학습 장치(1000b)는 제2 학습부(100b)를 포함할 수 있다.
- [438] 도 21 및 22를 참조하면, 제1 학습부(100a)는 제1 데이터 세트를 획득하고, 제1 신경망 모델에 대하여 학습 결과 얻어진 제1 신경망 모델의 제1 파라미터 세트를 출력할 수 있다. 제2 학습부(100b)는 제2 데이터 세트를 획득하고, 제2 신경망 모델에 대하여 학습 결과 얻어진 제2 신경망 모델의 제2 파라미터 세트를 출력할 수 있다.
- [439] 진단 장치(2000)는 진단부(200)를 포함할 수 있다. 진단 장치(2000) 및 진단부(200)에 대하여는 도 1과 관련하여 설명한 내용이 유사하게 적용될 수 있다. 진단부(200)는 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)로부터 각각 학습된 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 이용하여 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단부(2000)는 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)로부터 획득한 학습된 제1 신경망 모델의 파라미터 및 학습된 제2 신경망 모델의 파라미터를 저장할 수 있다.
- [440] 클라이언트 장치(3000)는 데이터 획득부 예컨대, 촬상부(300)를 포함할 수 있다. 다만, 촬상부(300)는 기타 진단 보조 정보의 획득에 이용되는 데이터의 획득 수단으로 대체될 수 있다. 클라이언트 장치는 진단 장치로 진단 요청 및 진단 대상 데이터(예컨대, 촬상부로부터 획득된 안저 이미지)를 전송할 수 있다. 클라이언트 장치(3000)는 진단 요청을 전송하는 것에 응답하여, 진단 장치로부터, 전송한 진단 대상 데이터에 따른 복수의 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [441] 한편, 도 21 및 22에서는 진단 보조 시스템(40)이 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)를 포함하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 본 발명의 내용이 이에

한정되는 것은 아니다. 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 학습 장치는 3개 이상의 서로 다른 진단 보조 정보를 획득하는 학습부를 포함할 수 있다. 또는, 진단 보조 시스템은 서로 다른 진단 보조 정보를 획득하는 복수의 학습 장치를 포함할 수도 있다.

[442] 학습 장치, 진단 장치 및 클라이언트 장치의 보다 구체적인 동작에 대하여는 이하에서 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[443]

[444] 1.4.2 병렬 트레이닝 프로세스

[445] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 신경망 모델이 학습될 수 있다. 각각의 신경망 모델을 학습하는 트레이닝 프로세스는 병렬적으로 수행될 수 있다.

[446]

[447] 1.4.2.1 병렬 학습부

[448] 트레이닝 프로세스는 복수의 학습부에 의해 수행될 수 있다. 각각의 트레이닝 프로세스는 서로 독립적으로 수행될 수 있다. 복수의 학습부는 하나의 학습 장치에 마련되거나 복수의 학습 장치에 각각 마련될 수 있다.

[449] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 학습부를 포함하는 학습 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b) 각각의 구성 및 동작은 도 9와 관련하여 기술한 것과 유사하게 구현될 수 있다.

[450] 도 23을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 프로세스는, 제1 데이터 가공 모듈(110a), 제1 큐 모듈(130a), 제1 학습 모듈(150a) 및 제1 학습 결과 획득 모듈(170a)을 포함하는 제1 학습부(100a) 및 제2 데이터 가공 모듈(110b), 제2 큐 모듈(130b), 제2 학습 모듈(150b) 및 제2 학습 결과 획득 모듈(170b)을 포함하는 제2 학습부(100b)를 포함하는 학습 장치(1000)에 의하여 수행될 수 있다.

[451] 도 23을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 신경망 모델의 트레이닝 프로세스는 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)에 의하여 각각 수행될 수 있다. 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)는 독립적으로 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델의 학습을 수행할 수 있다. 도 23을 참조하면, 제1 학습부(100a) 및 제2 학습부(100b)는 기술한 학습 장치 내에 마련될 수 있다. 또는, 제1 학습부 및 제2 학습부는 서로 다른 학습 장치 내에 마련될 수도 있다.

[452]

[453] 1.4.2.2 병렬 데이터 획득

[454] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 학습부는 데이터를 획득할 수 있다. 복수의 학습부는 서로 다른 데이터 세트를 획득할 수 있다. 또는, 복수의 학습부는 동일한 데이터 세트를 획득할 수도 있다. 경우에 따라, 복수의 학습부는 일부가 공통되는 데이터 세트를 획득할 수도 있다. 데이터 세트는 안저 이미지 데이터 세트일 수 있다.

[455] 제1 학습부는 제1 데이터 세트를 획득하고, 제2 학습부는 제2 데이터 세트를

획득할 수 있다. 제1 데이터 세트 및 제2 데이터 세트는 구별될 수 있다. 제1 데이터 세트 및 제2 데이터 세트는 일부 공통될 수 있다. 제1 데이터 세트 및 제2 데이터 세트는 라벨링된 안저 이미지 데이터 세트일 수 있다.

- [456] 제1 데이터 세트는 제1 특징에 대하여 정상(normal)으로 라벨링된 데이터 및 제1 특징에 대하여 비정상(abnormal)으로 라벨링된 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 데이터 세트는 수정체 혼탁과 관련하여, 정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지 및 비정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [457] 제2 데이터 세트는 (제1 특징과 구별되는) 제2 특징에 대하여 정상으로 라벨링된 데이터 및 제2 특징에 대하여 비정상적으로 라벨링된 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 데이터 세트는 당뇨 망막증과 관련하여, 정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지 및 비정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [458] 제1 데이터 세트 및 제2 데이터 세트 각각에 포함된 제1 특징에 대하여 정상으로 라벨링된 데이터 세트 및 제2 특징에 대하여 정상으로 라벨링된 데이터는 공통될 수 있다. 예를 들어, 제1 데이터 세트는 수정체 혼탁과 관련하여 정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지 및 비정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지를 포함하고, 제2 데이터 세트는 당뇨 망막증과 관련하여 정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지 및 비정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지를 포함하되, 제1 데이터 세트에 포함된 수정체 혼탁과 관련하여 정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지 및 제2 데이터 세트에 포함된 당뇨 망막증과 관련하여 정상인 것으로 라벨링된 안저 이미지는 공통될 수 있다.
- [459] 또는, 제1 데이터 세트 및 제2 데이터 세트 각각에 포함된 제1 특징에 대하여 비정상적으로 라벨링된 데이터 및 제2 특징에 대하여 비정상적으로 라벨링된 데이터가 공통될 수도 있다. 즉, 복수 특징에 대하여 라벨링된 데이터가 복수 특징에 대한 신경망 모델의 학습에 이용될 수도 있다.
- [460]
- [461] 한편, 제1 데이터 세트는 제1 방법으로 촬영된 안저 이미지 데이터 세트이고, 제2 데이터 세트는 제2 방법으로 촬영된 안저 이미지 데이터 세트일 수 있다. 제1 방법 및 제2 방법은 레드프리 촬영, 파노라마 촬영, 자가형광 촬영, 적외선 촬영 등으로부터 선택된 어느 하나의 방법일 수 있다.
- [462] 각 학습부에서 이용되는 데이터 세트는, 학습되는 신경망에 의하여 획득되는 진단 보조 정보를 고려하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 제1 학습부는 망막 이상 소견(예를 들어, 미세혈관류, 삼출물 등)과 관련된 진단 보조 정보를 획득하고자 하는 제1 신경망 모델을 학습시키는 경우, 레드프리 촬영된 제1 안저 이미지 데이터 세트를 획득할 수 있다. 또는, 제2 학습부는 황반 변성과 관련된 진단 보조 정보를 획득하고자 하는 제2 신경망 모델을 학습시키는 경우, 자가형광 촬영된 제2 안저 이미지 데이터 세트를 획득할 수 있다.
- [463]

[464] 1.4.3 병렬 데이터 가공

[465] 복수의 학습부는 각각 획득된 데이터를 가공할 수 있다. 전술한 2.2 데이터 가공 프로세스에서 설명한 것과 같이, 각각의 학습부는, 획득된 데이터에 대하여, 이미지 리사이징, 전처리 필터 적용, 이미지 증강 및 이미지 직렬화 프로세스 중 하나 이상을 적용하여 데이터를 가공할 수 있다. 제1 학습부의 제1 데이터 가공 모듈은 제1 데이터 세트를 가공하고, 제2 학습부의 제2 데이터 가공 모듈은 제2 데이터 세트를 가공할 수 있다.

[466]

[467] 복수의 학습부에 포함되는 제1 학습부 및 제2 학습부는 각각에 의해 학습되는 신경망 모델로부터 획득되는 진단 보조 정보를 고려하여 획득된 데이터 세트를 달리 가공할 수 있다. 예를 들어, 제1 학습부는 고혈압과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하기 위한 제1 신경망 모델을 학습시키기 위하여, 제1 안저 이미지 데이터 세트에 포함된 안저 이미지들에 대하여 혈관이 강조되도록 하는 전처리를 수행할 수 있다. 또는, 제2 학습부는 망막의 삼출물, 미세 혈관 등의 이상 소견과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하기 위한 제2 신경망 모델을 학습시키기 위하여, 제2 안저 이미지 데이터 세트에 포함된 안저 이미지들에 대하여 레드프리 이미지로 변환하는 전처리를 수행할 수도 있다.

[468]

[469] 1.4.3.1 병렬 큐

[470] 복수의 학습부는 데이터를 큐에 저장할 수 있다. 전술한 2.2.6 큐에서 설명한 것과 같이, 각각의 학습부는 처리된 데이터를 큐에 저장하고 학습 모듈로 전달할 수 있다. 예를 들어, 제1 학습부는 제1 데이터 세트를 제1 큐 모듈에 저장하고 제1 학습 모듈에 순차적으로 또는 랜덤하게 제공할 수 있다. 제2 학습 모듈은 제2 데이터 세트를 제2 큐 모듈에 저장하고 제2 학습 모듈에 순차적으로 또는 랜덤하게 제공할 수 있다.

[471]

[472] 1.4.3.2 병렬 학습 프로세스

[473] 복수의 학습부는 신경망 모델을 학습시킬 수 있다. 각각의 학습 모듈은 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 서로 다른 라벨에 대하여 예측하는 진단 보조 신경망 모델을 각각 독립적으로 학습시킬 수 있다. 제1 학습부의 제1 학습 모듈은 제1 신경망 모델을 학습시키고, 제2 학습부의 제2 학습 모듈은 제2 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.

[474] 복수의 진단 보조 신경망 모델은 병렬적 및/또는 독립적으로 학습될 수 있다. 이와 같이 복수의 신경망 모델을 통하여 서로 다른 라벨에 대하여 예측하도록 모델을 학습시킴으로써, 각 라벨에 대한 예측 정확도가 향상되고, 예측 동작의 효율이 증가될 수 있다.

[475] 각각의 진단 보조 신경망 모델은 2.3.2 모델의 설계에서 설명한 것과 유사하게 마련될 수 있다. 각각의 서브 학습 프로세스는 2.3.1 내지 2.3.5에서 전술한 것과

유사하게 수행될 수 있다.

- [476] 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 학습 프로세스는, 서로 다른 라벨을 예측하는 진단 보조 신경망 모델을 학습시키는 것을 포함할 수 있다. 제1 학습부는 제1 라벨을 예측하는 제1 진단 보조 신경망 모델을 학습시킬 수 있다. 제2 학습부는 제2 라벨을 예측하는 제2 진단 보조 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [477] 제1 학습부는 제1 데이터 세트를 획득하고 제1 라벨을 예측하는 제1 진단 보조 신경망 모델을 학습시킬 수 있다. 예컨대, 제1 학습부는 황반 변성 여부에 대하여 라벨링된 안저 이미지 트레이닝 데이터 세트를 이용하여, 안저 이미지로부터 파검체의 황반 변성 여부를 예측하는 제1 진단 보조 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [478] 제2 학습부는 제2 데이터 세트를 획득하고 제2 라벨을 예측하는 제1 진단 보조 신경망 모델을 학습시킬 수 있다. 예컨대, 제2 학습부는 당뇨 망막증 해당 여부에 대하여 라벨링된 안저 이미지 트레이닝 데이터 세트를 이용하여, 안저 이미지로부터 파검체의 당뇨 망막증 해당 여부를 예측하는 제2 진단 보조 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [479]
- [480] 신경망 모델의 학습 프로세스에 대하여는 이하에서 도 24 및 25를 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [481] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 학습 프로세스를 설명하기 위한 도면이다. 병렬 학습 프로세스는, 병렬 진단 보조 시스템이 도 21과 같이 구현된 경우, 도 22과 같이 구현된 경우 및 그 외의 형태로 구현된 경우 모두에 적용될 수 있다. 다만, 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 도 21과 같이 구현된 병렬 진단 보조 시스템을 기준으로 설명한다.
- [482]
- [483] 도 24를 참조하면, 병렬 학습 프로세스는 서로 다른 라벨을 예측하는 복수의 진단 보조 신경망 모델을 각각 학습시키는 복수의 서브 학습 프로세스를 포함할 수 있다. 병렬 학습 프로세스는 제1 신경망 모델을 학습시키는 제1 서브 학습 프로세스 및 제2 신경망 모델을 학습시키는 제2 서브 학습 프로세스를 포함할 수 있다.
- [484] 예컨대, 제1 서브 학습 프로세스는 제1 데이터를 획득하고(S1010a), 제1 신경망 모델을 이용하고(S1030a), 제1 모델(즉, 제1 진단 보조 신경망 모델)을 검증하고(S1050a) 제1 신경망 모델의 파라미터를 획득(S1070a)하여 수행될 수 있다. 제2 서브 학습 프로세스는 제2 데이터를 획득하고(S1010b), 제2 신경망 모델을 이용하고(S1030b), 제2 신경망 모델을 검증(즉, 제2 진단 보조 신경망 모델)하고(S1050b) 제2 신경망 모델의 파라미터를 획득(S1070b)하여 수행될 수 있다.
- [485] 서브 학습 프로세스는 서브 신경망 모델에 트레이닝 데이터를 입력하고, 출력으로 얻어진 라벨 값을 입력 트레이닝 데이터와 비교하여 모델을 검증하고,

검증 결과를 다시 서브 신경망 모델에 반영함으로써 신경망 모델을 학습시키는 것을 포함할 수 있다.

- [486] 각각의 서브 학습 프로세스는, 임의의 가중치 값들이 부여된 신경망 모델을 이용하여 결과값을 획득하고, 획득된 결과값을 트레이닝 데이터의 라벨값과 비교하고 그 오차에 따라 역전파를 수행하여, 가중치 값들을 최적화하는 것을 포함할 수 있다.
- [487] 각각의 서브 학습 프로세스에서, 진단 보조 신경망 모델은 트레이닝 데이터 세트와 구별되는 검증 데이터 세트를 통하여 검증될 수 있다. 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 검증하기 위한 검증 데이터 세트는 구별될 수 있다.
- [488] 복수의 학습부는 학습 결과를 획득할 수 있다. 각각의 학습 결과 획득 모듈은 학습 모듈로부터 학습된 신경망 모듈에 관한 정보를 획득할 수 있다. 각각의 학습 결과 획득 모듈은 학습부로부터 학습된 신경망 모듈의 파라미터 값들을 획득할 수 있다. 제1 학습부의 제1 학습 결과 획득 모듈은 제1 학습 모듈로부터 학습된 제1 신경망 모델의 제1 파라미터 세트를 획득할 수 있다. 제2 학습부의 제2 학습 결과 획득 모듈은 제2 학습 모듈로부터 학습된 제2 신경망 모델의 제2 파라미터 세트를 획득할 수 있다.
- [489] 각각의 서브 학습 프로세스에 의하여, 학습된 신경망 모델의 최적화된 파라미터 값들, 즉 파라미터 세트가 획득될 수 있다. 보다 많은 트레이닝 데이터 세트를 이용하여 학습을 진행함에 따라, 보다 적절한 파라미터 값들이 얻어질 수 있다.
- [490] 제1 서브 학습 프로세스에 의하여 학습된 제1 진단 보조 신경망 모델의 제1 파라미터 세트가 획득될 수 있다. 제2 서브 학습 프로세스에 의하여 학습된 제2 진단 보조 신경망 모델의 제2 파라미터 세트가 획득될 수 있다. 학습이 충분히 진행됨에 따라, 제1 진단 보조 신경망 모델의 및 제2 진단 보조 신경망 모델의 가중치(weight) 및/또는 편향(bias)의 최적화된 값이 획득될 수 있다.
- [491] 획득된 각 신경망 모델의 파라미터 세트는 학습 장치 및/또는 진단 장치(또는 서버)에 저장될 수 있다. 제1 진단 보조 신경망 모델의 제1 파라미터 세트 및 제2 진단 보조 신경망 모델의 제2 파라미터 세트는 함께 또는 따로 저장될 수 있다. 학습된 각 신경망 모델의 파라미터 세트는 진단 장치 또는 클라이언트 장치로부터 획득된 피드백에 의하여 갱신될 수도 있다.
- [492]
- [493] 1.4.3.3 병렬 앙상블 학습 프로세스
- [494] 복수의 신경망 모델을 병렬적으로 학습시키는 경우에도, 전술한 앙상블 형태의 모델 학습이 이용될 수 있다. 각각의 서브 학습 프로세스는 복수의 서브 신경망 모델을 학습시키는 것을 포함할 수 있다. 복수의 서브 모델은 서로 다른 계층 구조를 가질 수 있다. 이하에서, 별다른 언급이 없는 한 2.3.7에서 설명한 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [495] 복수의 진단 보조 신경망 모델이 병렬적으로 학습되는 경우에, 각각의 진단

보조 신경망 모델을 학습시키는 서브 학습 프로세스 중 일부 서브 학습 프로세스는 단일 모델을 학습시키고, 일부 서브 학습 프로세스는 복수의 서브 모델을 함께 학습시키는 형태로 구현될 수도 있다.

- [496] 각 서브 학습 프로세스에서 앙상블을 이용하여 모델을 학습시킴에 따라, 각각의 서브 프로세스에서 보다 최적화된 신경망 모델의 형태를 획득하고, 예측의 오차가 감소될 수 있다.
- [497] 도 25는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 병렬 학습 프로세스를 설명하기 위한 도면이다. 도 25를 참조하면, 각 학습 프로세스는 복수의 서브 신경망 모델을 학습시키는 것을 포함할 수 있다.
- [498] 도 25를 참조하면, 제1 서브 학습 프로세스는 제1 데이터를 획득하고(S1011a), 제 1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델을 이용하고(S1031a, S1033a) 제 1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델을 검증(S1051a)하여, 제1 신경망 모델의 최종 형태 및 그 파라미터를 결정(S1071a)하여 수행될 수 있다. 제2 서브 학습 프로세스는 제2 데이터를 획득하고(S1011b), 제 2-1 신경망 모델 및 제2-2 신경망 모델을 이용하고(S1031b, S1033b) 제 2-1 신경망 모델 및 제2-2 신경망 모델을 검증(S1051b)하여, 제1 모델(즉, 제1 진단 보조 신경망 모델)의 최종 형태 및 그 파라미터를 결정(S1071b)하여 수행될 수 있다.
- [499] 제1 서브 학습 프로세스에서 학습되는 제1 신경망은 제1-1 신경망 모델, 제1-2 신경망 모델을 포함할 수 있다. 제1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델은 서로 다른 계층 구조로 마련될 수 있다. 제1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델은 제1 데이터 세트를 획득하고 예측되는 라벨을 각각 출력할 수 있다. 또는, 제1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델의 앙상블에 의한 예측되는 라벨을 최종 예측 라벨로 결정할 수 있다.
- [500] 이때, 제1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델을 검증 데이터 세트를 이용하여 검증하고, 정확도가 높은 신경망 모델을 최종 신경망 모델로 결정할 수 있다. 또는, 제1-1 신경망 모델, 제1-2 신경망 모델 및 제1-1 신경망 모델 및 제1-2 신경망 모델의 앙상블을 검증하고, 그 중 정확도가 높은 경우의 신경망 모델 형태를 최종 제1 신경망 모델로 결정할 수도 있다.
- [501] 제2 서브 학습 프로세스에 대하여도 마찬가지로, 제2-1 신경망 모델, 제2-2 신경망 모델 및 제2-1 신경망 모델, 제2-2 신경망 모델의 앙상블 중 정확도가 높은 형태의 신경망을 최종 제2 모델(즉, 제2 진단 보조 신경망 모델)로 결정할 수 있다.
- [502] 한편, 도 25에서는, 편의를 위하여 각 서브 학습 프로세스가 두 개의 서브 모델을 포함하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 이는 예시에 불과하며, 본 발명이 이에 한정되지는 않는다. 각 서브 학습 프로세스에서 학습되는 신경망 모델은, 하나의 신경망 모델만을 포함하거나, 세 개 이상의 서브 모델을 포함할 수도 있다.
- [503]

- [504] 1.4.4 병렬 진단 프로세스
- [505] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 복수의 진단 보조 정보를 획득하는 진단 프로세스가 제공될 수 있다. 복수의 진단 보조 정보를 획득하는 진단 프로세스는 서로 독립적인 복수의 진단 프로세스를 포함하는 병렬 진단 보조 프로세스 형태로 구현될 수 있다.
- [506]
- [507] 1.4.4.1 병렬 진단부
- [508] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조 프로세스는 복수의 진단 모듈에 의하여 수행될 수 있다. 각각의 진단 보조 프로세스는 독립적으로 수행될 수 있다.
- [509] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부(200)를 설명하기 위한 블록도이다.
- [510] 도 26을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부(200)는 진단 요청 획득 모듈(211), 데이터 가공 모듈(231), 제1 진단 모듈(251), 제2 진단 모듈(253) 및 출력 모듈(271)을 포함할 수 있다. 진단부(200)의 각 모듈은 특별한 언급이 없는 한, 도 18에서 도시하는 진단부의 진단 모듈과 유사하게 동작할 수 있다.
- [511] 도 26에서는, 진단부(200)가 복수의 진단 모듈을 포함하는 경우에도, 진단 요청 획득 모듈(211), 데이터 가공 모듈(231) 및 출력 모듈(271)은 공통되는 것으로 도시하였으나, 본 발명이 이러한 구성에 한정되는 것은 아니며, 진단 요청 획득 모듈, 데이터 가공 모듈 및/또는 출력 모듈 역시 복수로 마련될 수도 있다. 복수의 진단 요청 획득 모듈, 데이터 가공 모듈 및/또는 출력 모듈 역시 병렬적으로 동작할 수도 있다.
- [512] 예를 들어, 진단부(200)는 입력된 진단 대상 이미지에 대하여 제1 가공을 수행하는 제1 데이터 가공 모듈 및 진단 대상 이미지에 대하여 제2 데이터 가공을 수행하는 제2 가공 모듈을 포함하고, 제1 진단 모듈은 제1 가공된 진단 대상 이미지에 기초하여 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단 모듈은 제2 가공된 진단 대상 이미지에 기초하여 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 제1 가공 및/또는 제2 가공은 이미지 리사이징, 이미지의 색상 변조, 블러 필터 적용, 혈관 강조 처리, 레드프리 변환, 일부 영역 크롭, 일부 요소 추출 중 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [513] 복수의 진단 모듈은 서로 다른 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 복수의 진단 모듈은 서로 다른 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 제1 진단 모듈은 피검체의 안질환 해당 여부를 예측하는 제1 신경망 모델을 이용하여 피검체의 안질환 해당 여부와 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단 모듈은 피검체의 전신 질환 해당 여부를 예측하는 제2 신경망 모델을 이용하여 피검체의 전신 질환 해당 여부와 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [514] 보다 구체적인 예로, 제1 진단 모듈은 안저 이미지에 기초하여 피검체의 당뇨병 망막증 해당 여부를 예측하는 제1 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 피검체의

당뇨 망막증 해당 여부에 관한 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단 모듈은 안저 이미지에 기초하여 피검체의 고혈압 해당 여부를 예측하는 제2 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 피검체의 고혈압 해당 여부와 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[515]

[516] 1.4.4.2 병렬 진단 프로세스

[517] 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스는 복수의 서브 진단 프로세스를 포함할 수 있다. 각각의 서브 진단 프로세스는 서로 다른 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 수행될 수 있다. 각각의 서브 진단 프로세스는 서로 다른 진단 모듈에서 수행될 수 있다. 예컨대, 제1 진단 모듈은 제1 진단 보조 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 서브 진단 프로세스를 수행할 수 있다. 또는, 제2 진단 모듈은 제2 진단 보조 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 서브 진단 프로세스를 수행할 수 있다.

[518] 학습된 복수의 신경망 모델은 진단 대상 데이터를 입력으로 하여, 예측되는 라벨 또는 확률을 출력할 수 있다. 각각의 신경망 모델은 분류기 형태로 마련되고, 입력되는 진단 대상 데이터를 소정의 라벨에 대하여 분류할 수 있다. 이때, 복수의 신경망 모델은 서로 다른 특성에 대하여 학습된 분류기 형태로 마련될 수 있다. 각각의 신경망 모델은 3.4.2 에서 기술한 것과 같이 진단 대상 데이터를 분류할 수 있다.

[519] 한편, 각각의 진단 보조 신경망 모델로부터, CAM이 획득될 수 있다, CAM은 선택적으로 획득될 수 있다. CAM은 미리 정해진 조건이 만족되는 경우에 추출될 수 있다. 예를 들어, 제1 진단 보조 정보가 피검체가 제1 특성에 대하여 비정상임을 지시하는 경우에 제1 진단 보조 신경망 모델로부터 제1 CAM이 획득될 수 있다.

[520]

[521] 도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스를 설명하기 위한 도면이다.

[522] 도 27을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스는 진단 대상 데이터를 획득(S2011)하고, 제1 진단 보조 신경망 모델 및 제2 진단 보조 신경망 모델을 이용하여(S2031a, S2031b) 진단 대상 데이터에 따른 진단 보조 정보를 획득(S2051)하는 것을 포함할 수 있다. 진단 대상 데이터는 가공된 데이터일 수 있다.

[523] 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스는 학습된 제1 진단 보조 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 학습된 제2 진단 보조 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 제1 진단 보조 신경망 모델 및 제2 진단 보조 신경망 모델은 동일한 진단 대상 데이터에 기초하여 각각 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

- [524] 예를 들어, 제1 진단 보조 신경망 모델 및 제2 진단 보조 신경망 모델은 진단 대상 안저 이미지에 기초하여, 피검체의 황반 변성 여부에 관한 제1 진단 보조 정보 및 피검체의 당뇨 망막증 해당 여부에 관한 제2 진단 보조 정보를 각각 획득할 수 있다.
- [525] 이외에도, 특별한 언급이 없는 한, 도 27과 관련하여 설명하는 진단 보조 프로세스는 도 20과 관련하여 기술한 진단 보조 프로세스와 유사하게 구현될 수 있다.
- [526]
- [527] 1.4.4.3 진단 보조 정보의 출력
- [528] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 병렬 진단 보조 프로세스에 의하여 획득된 진단 보조 정보가 획득될 수 있다. 획득된 진단 보조 정보는 진단 장치, 서버 장치 및/또는 클라이언트 장치에 저장될 수 있다. 획득된 진단 보조 정보는 외부 장치로 전달될 수 있다.
- [529] 복수의 진단 보조 정보는, 복수의 진단 보조 신경망 모델에 의하여 예측되는 복수의 라벨을 각각 지시할 수 있다. 복수의 진단 보조 정보는 복수의 진단 보조 신경망 모델에 의하여 예측되는 복수의 라벨에 각각 대응될 수 있다. 또는, 진단 보조 정보는 복수의 진단 보조 신경망 모델에 의하여 예측된 복수의 라벨에 기초하여 결정된 정보일 수 있다. 진단 보조 정보는 복수의 진단 보조 신경망 모델에 의하여 예측되는 복수의 라벨에 대응될 수 있다.
- [530] 다시 말해, 제1 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 신경망 모델을 통하여 예측된 제1 라벨에 대응되는 진단 보조 정보일 수 있다. 또는, 제1 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 신경망 모델을 통하여 예측된 제1 라벨 및 제2 진단 보조 신경망 모델을 통하여 예측된 제2 라벨을 함께 고려하여 결정된 진단 보조 정보일 수 있다.
- [531]
- [532] 한편, 복수의 진단 보조 신경망 모델로부터 획득된 CAM의 이미지가 출력될 수 있다. CAM 이미지는 미리 정해진 조건이 만족되는 경우에 출력될 수 있다. 예를 들어, 제1 진단 보조 정보가 피검체가 제1 특성에 대하여 비정상임을 지시하는 경우 또는 제2 진단 보조 정보가 피검체가 제2 특성에 대하여 비정상임을 지시하는 경우 중 어느 하나의 경우에, 비정상임인 것으로 지시된 진단 보조 정보가 출력된 진단 보조 신경망 모델로부터 획득된 CAM 이미지가 출력될 수 있다.
- [533]
- [534] 복수의 진단 보조 정보 및/또는 CAM 이미지는 사용자에게 제공될 수 있다. 복수의 진단 보조 정보 등은 진단 장치 또는 클라이언트 장치의 출력 수단을 통하여 사용자에게 제공될 수 있다. 진단 보조 정보는 시각적으로 출력될 수 있다. 이와 관련하여, 5. 사용자 인터페이스에서 보다 상세하게 설명한다.
- [535]

- [536] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 대상 이미지에 대응되는 진단 보조 정보는 등급 정보를 포함할 수 있다. 등급 정보는 복수의 등급 중 선택될 수 있다. 등급 정보는 신경망 모델을 통하여 획득된 복수의 진단 정보 및/또는 소견 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 등급 정보는 진단 대상 이미지의 적합성 정보 또는 품질 정보를 고려하여 결정될 수 있다. 등급 정보는 진단 대상 이미지가 복수의 신경망 모델에 의하여 분류된 클래스를 고려하여 결정될 수 있다. 등급 정보는 복수의 신경망 모델로부터 출력되는 수치를 고려하여 결정될 수 있다.
- [537] 예를 들어, 진단 대상 이미지에 대응하여 획득된 진단 보조 정보는 제1 등급 정보 또는 제2 등급 정보 중 선택된 어느 하나의 등급 정보를 포함할 수 있다. 등급 정보는, 복수의 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 정보 중, 적어도 하나의 비정상 소견 정보 또는 비정상 진단 정보가 획득된 경우, 제1 등급 정보로 선택될 수 있다. 등급 정보는 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 정보 중, 비정상 소견 정보 또는 비정상 진단 정보가 획득되지 않은 경우, 제2 등급 정보로 선택될 수 있다.
- [538] 등급 정보는, 신경망 모델을 통하여 획득된 수치들 중 적어도 하나의 수치가 기준 수치를 초과하는 경우 제1 등급 정보로 선택되고, 획득된 수치들 모두가 기준 수치에 못 미치는 경우 제2 등급 정보로 선택될 수도 있다. 제1 등급 정보는 제2 등급 정보에 비하여, 진단 대상 이미지에 강한 비정상 정보가 존재함을 나타낼 수 있다.
- [539] 등급 정보는, 이미지 분석 또는 신경망 모델을 이용하여, 진단 대상 이미지의 품질이 기준 이하인 것으로 판단된 경우, 제3 등급 정보로 선택될 수 있다. 혹은, 진단 보조 정보는 제3 등급 정보를 제1 또는 제2 등급 정보와 함께 포함할 수 있다.
- [540] 진단 보조 정보가 제1 등급 정보를 포함하는 경우, 제1 사용자 안내가 출력 수단을 통하여 출력될 수 있다. 제1 사용자 안내는, 진단 보조 정보에 포함된 적어도 하나의 비정상 소견 정보 또는 비정상 진단 정보에 대응되는 사항을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 사용자 안내는, 진단 보조 정보에 포함된 비정상 정보에 대응되는 피검체(즉, 환자)에 대하여 보다 정밀한 검사가 요구됨을 지시할 수 있다. 예컨대, 제1 사용자 안내는 피검체에 대한 2차 진단(예를 들어, 별도의 의료 기관에서의 진단 또는 전원 절차)가 요구됨을 지시할 수 있다. 또는, 제1 사용자 안내는 피검체에 대하여 요구되는 처치를 지시할 수 있다. 구체적인 예로, 진단 보조 정보에 의하여, 피검체의 황반 변성에 대한 비정상 정보가 획득된 경우, 제1 사용자 안내는 피검체에 대한 주사 처방 및 전원 절차에 대한 안내(예를 들어, 전원이 가능한 병원의 리스트)를 포함할 수 있다.
- [541] 진단 보조 정보가 제2 등급 정보를 포함하는 경우, 제2 사용자 안내가 출력 수단을 통하여 출력될 수 있다. 제2 사용자 안내는 진단 보조 정보에 대응되는 피검체에 대한 추후 관리 방안을 포함할 수 있다. 예컨대, 제2 사용자 안내는 피검체의 다음 진료 시기, 다음 진료 과목 등을 지시할 수 있다.

- [542] 진단 대상 정보가 제3 등급 정보를 포함하는 경우, 제3 사용자 안내가 출력 수단을 통하여 출력될 수 있다. 제3 사용자 안내는 진단 대상 이미지에 재촬영이 요구됨을 지시할 수 있다. 제3 사용자 안내는 진단 대상 이미지의 품질에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예컨대, 제3 사용자 안내는 진단 대상 이미지에 존재하는 흠결의 정보(예컨대, **bright artifact** 인지 또는 **dark artifact** 인지, 혹은 그 정도)를 포함할 수 있다.
- [543] 제1 내지 제3 등급 정보는, 클라이언트 장치 또는 진단 장치의 출력부에 의해 출력될 수 있다. 구체적으로, 후술하는 사용자 인터페이스를 통해 출력될 수 있다.
- [544]
- [545] 1.4.5 실시예 2 - 진단 보조 시스템
- [546] 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은 안저 이미지 획득부, 제1 처리부, 제2 처리부, 제3 처리부 및 진단 정보 출력부를 포함할 수 있다.
- [547] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조 시스템은 진단 장치를 포함할 수 있다. 진단 장치는 안저 이미지 획득부, 제1 처리부, 제2 처리부, 제3 처리부 및/또는 진단 정보 출력부를 포함할 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 진단 보조 시스템에 포함되는 각 부는 학습 장치, 진단 장치, 학습 진단 서버 및/또는 클라이언트 장치 상의 적절한 위치에 각각 위치될 수 있다. 이하에서는, 편의를 위하여 진단 보조 시스템의 진단 장치가 안저 이미지 획득부, 제1 처리부, 제2 처리부, 제3 처리부 및 진단 정보 출력부를 포함하는 경우를 기준으로 설명한다.
- [548] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 28을 참조하면, 진단 보조 시스템은 진단 장치를 포함하고, 진단 장치는 안저 이미지 획득부, 제1 처리부, 제2 처리부, 제3 처리부 및 진단 정보 출력부를 포함할 수 있다.
- [549] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 복수의 질병에 대한 진단을 보조하는 진단 보조 시스템은, 피검체에 대한 진단 보조 정보 획득의 기초가 되는 대상 안저 이미지를 획득하는 안저 이미지 획득부, 대상 안저 이미지에 대하여 제1 신경망 모델 - 제1 신경망 모델은 제1 안저 이미지 세트를 기초로 기계 학습됨 - 을 이용하여 피검체에 대한 제1 소견과 관련된 제1 결과를 획득하는 제1 처리부, 대상 안저 이미지에 대하여 제2 신경망 모델 - 제2 신경망 모델은 제1 안저 이미지 세트와 적어도 일부가 상이한 제2 안저 이미지 세트를 기초로 기계 학습됨 - 을 이용하여 피검체에 대한 제2 소견과 관련된 제2 결과를 획득하는 제2 처리부, 제1 결과 및 제2 결과에 기초하여, 피검체에 대한 진단 정보를 결정하는 제3 처리부 및 사용자에게 결정된 진단 정보를 제공하는 진단 정보 출력부를 포함할 수 있다. 이때, 제1 소견 및 제2 소견은 서로 다른 질병에 대한 진단에 이용될 수 있다.
- [550] 제1 신경망 모델은 입력된 안저 이미지를 제1 소견과 관련하여 정상 라벨 및

비정상 라벨 중 어느 하나로 분류하도록 학습되고, 제1 처리부는 제1 신경망 모델을 이용하여 대상 안저 이미지를 정상 라벨 또는 비정상 라벨 중 어느 하나로 분류하여 제1 결과를 획득할 수 있다.

- [551] 제3 처리부는 제1 결과 및 제2 결과를 함께 고려하여, 대상 안저 이미지에 따른 진단 정보가 정상 정보인지 비정상 정보인지 결정할 수 있다.
- [552] 제3 처리부는, 진단 정확도가 향상되도록, 비정상 라벨에 우선권을 부여하여 피검체에 대한 진단 정보를 결정할 수 있다.
- [553] 제3 처리부는 제1 라벨이 제1 소견에 대한 정상 라벨이고, 제2 라벨이 제2 소견에 대한 정상 라벨인 경우, 진단 정보를 정상으로 결정하고, 제1 라벨이 제1 소견에 대한 정상 라벨이 아니거나 제2 라벨이 제2 소견에 대한 정상 라벨이 아닌 경우, 진단 정보를 비정상으로 결정할 수 있다.
- [554] 제1 소견은 안질환과 관련되고, 제1 결과는 피검체의 안질환에 대한 정상 여부를 지시할 수 있다. 제2 소견은 전신 질환과 관련되고, 제2 결과는 피검체의 전신 질환에 대한 정상 여부를 지시할 수 있다.
- [555] 제1 소견은 제1 안질환과 관련되고, 제1 결과는 피검체의 제1 안질환에 대한 정상 여부를 지시하고, 제2 소견은 제1 안질환과 구별되는 제2 안질환과 관련되고, 제2 결과는 피검체의 제2 안질환에 대한 정상 여부를 지시할 수 있다.
- [556] 제1 소견은 제1 안질환을 진단하기 위한 소견이고, 제1 결과는 피검체의 제1 안질환에 대한 정상 여부를 지시하고, 제2 소견은 제1 안질환을 진단하기 위한 제1 소견과 구별되는 소견이고, 제2 결과는 피검체의 제2 안질환에 대한 정상 여부를 지시할 수 있다.
- [557] 제1 신경망 모델은 제1 서브 신경망 모델 및 제2 서브 신경망 모델을 포함하고, 제1 결과는 제1 서브 신경망 모델에 의해 예측되는 제1 예측값 및 제2 서브 신경망 모델에 의해 예측되는 제2 예측값을 함께 고려하여 결정될 수 있다.
- [558] 제1 처리부는 제1 신경망 모델을 통하여 제1 라벨과 관련된 CAM(Class Activation Map)을 획득하고, 진단 정보 출력부는 CAM의 이미지를 출력할 수 있다.
- [559] 진단 정보 출력부는 제3 처리부에 의하여 획득된 진단 정보가 비정상 진단 정보인 경우 CAM의 이미지를 출력할 수 있다.
- [560] 진단 보조 시스템은 대상 안저 이미지의 품질 정보를 획득하는 제4 처리부를 더 포함하고, 진단 정보 출력부는 제4 처리부에 의하여 획득된 대상 안저 이미지의 품질 정보를 출력할 수 있다.
- [561] 제4 처리부에서 대상 안저 이미지의 품질 정보가 미리 정해진 품질 레벨 이하인 것으로 판단된 경우, 진단 정보 출력부는, 사용자에게 결정된 진단 정보와 함께 대상 안저 이미지의 품질 정보가 미리 정해진 품질 레벨 이하인 것을 지시하는 정보를 함께 제공할 수 있다.
- [562]
- [563] 1.5 사용자 인터페이스

- [564] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전술한 클라이언트 장치 또는 진단 장치는 진단 보조 정보를 사용자에게 제공하기 위한 표시부를 가질 수 있다. 이때, 표시부는 사용자에게 진단 보조 정보를 명확히 전달하고, 사용자로부터의 피드백 획득이 용이하도록 마련될 수 있다.
- [565] 표시부의 일 예로서, 사용자에게 시각 정보를 제공하는 디스플레이가 제공될 수 있다. 이때, 사용자에게 진단 보조 정보를 시각적으로 전달하기 위한 그래픽 사용자 인터페이스가 이용될 수 있다. 예컨대, 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 획득하는 안저 진단 보조 시스템에 있어서, 획득된 진단 보조 정보를 효과적으로 표시하고 사용자의 이해를 돕기 위한 그래픽 사용자 인터페이스가 제공될 수 있다.
- [566] 도 29 및 30은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 사용자에게 진단 정보를 제공하기 위한 그래픽 사용자 인터페이스를 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는, 도 29 및 30을 참조하여, 안저 진단 보조 시스템에서 이용될 수 있는 사용자 인터페이스에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [567]
- [568] 도 29를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터페이스는 진단 대상 안저 이미지에 대응되는 피검체의 식별 정보를 표시할 수 있다. 사용자 인터페이스는 피검체(즉, 환자)의 식별 정보 및/또는 진단 대상 안저 이미지의 촬영 정보(예컨대, 촬영 날짜)를 표시하는 대상 이미지 식별 정보 표시부(401)를 포함할 수 있다.
- [569] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터페이스는, 동일한 피검체의 좌안의 안저 이미지 및 우안의 안저 이미지를 각각 표시하는 안저 이미지 표시부(405)를 포함할 수 있다. 안저 이미지 표시부(405)는 CAM 이미지를 표시할 수도 있다.
- [570] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터페이스는 좌안의 안저 이미지 및 우안의 안저 이미지 각각에 대하여 좌안 또는 우안의 이미지임을 표시하고, 각 이미지의 진단 정보 및 사용자 확인 여부를 지시하는 진단 정보 지시자가 표시되는 진단 정보 지시부(403)를 포함할 수 있다.
- [571] 진단 정보 지시자의 색상은 대상 안저 이미지에 기초하여 얻어진 진단 보조 정보를 고려하여 결정될 수 있다. 진단 정보 지시자는 진단 보조 정보에 따라 제1 색상 또는 제2 색상으로 표시될 수 있다. 일 예로, 하나의 대상 안저 이미지에 제1 내지 제3 진단 보조 정보를 획득한 경우, 하나의 진단 보조 정보라도 비정상(즉, 이상 소견 있음) 정보를 포함하는 경우, 진단 정보 지시자는 적색으로 표시되고, 모든 진단 보조 정보가 정상(즉, 이상 소견 없음) 정보를 포함하는 경우, 진단 정보 지시자는 녹색으로 표시될 수 있다.
- [572] 진단 정보 지시자의 형태는 사용자의 확인 여부에 따라 결정될 수 있다. 진단 정보 지시자는 사용자의 확인 여부에 따라 제1 형태 또는 제2 형태로 표시될 수 있다. 일 예로, 도 25를 참조하면, 사용자에게 의해 검토가 완료된 대상 안저 이미지에 대응되는 진단 정보 지시자는 채워진 원으로 표시되고, 사용자에게 의해

미검토된 대상 안저 이미지에 대응되는 진단 정보 지시자는 채워진 반원으로 표시될 수 있다.

[573]

[574] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터페이스는, 진단 보조 정보를 지시하는 진단 정보 지시부(407)를 포함할 수 있다. 진단 보조 정보 지시부는 좌안 및 우안 이미지에 각각 위치될 수 있다. 진단 보조 정보 지시부는 복수의 소견 정보 또는 진단 정보를 지시할 수 있다.

[575] 진단 보조 정보 지시부는 적어도 하나의 진단 보조 정보 지시자를 포함할 수 있다. 진단 보조 정보 지시자는 색상 변화를 통하여 각각 대응되는 진단 보조 정보를 지시할 수 있다.

[576] 예를 들어, 진단 대상 안저 이미지에 대하여, 제1 진단 보조 신경망 모델을 통하여 수정체 혼탁 유무를 지시하는 제1 진단 보조 정보, 제2 진단 보조 신경망 모델을 통하여 당뇨 망막증 소견 유무를 지시하는 제2 진단 보조 정보, 제3 진단 보조 신경망 모델을 통하여 망막 이상 소견 유무를 지시하는 제3 진단 보조 정보가 획득된 경우에, 진단 정보 지시부는 제1 진단 보조 정보, 제2 진단 보조, 제3 진단 보조 정보를 각각 지시하는 제1 내지 제3 진단 보조 정보 지시자를 포함할 수 있다.

[577] 보다 구체적인 예로, 도 29를 참조하면, 좌안 안저 이미지와 관련하여, 진단 정보 지시부(407)는 피검체의 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보가 수정체 혼탁 비정상임을 지시하는 제1 진단 보조 정보, 당뇨 망막증 정상(이상 소견 없음)을 지시하는 제2 진단 보조 정보 및 망막 비정상(이상 소견 있음)을 지시하는 제3 진단 보조 정보가 획득된 경우에, 제1 색상을 떠는 제1 진단 보조 정보 지시자, 제2 색상을 떠는 제1 진단 보조 정보 지시자 및 제1 색상을 떠는 제3 진단 보조 정보 지시자를 표시할 수 있다.

[578] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터페이스는, 사용자로부터 진단 대상 안저 이미지에 대한 사용자 코멘트를 획득할 수 있다. 사용자 인터페이스는 사용자 코멘트 오브젝트(409)를 포함하고, 사용자 코멘트 오브젝트에 대한 사용자 선택에 응답하여, 사용자 입력창을 표시할 수 있다. 사용자로부터 획득된 코멘트는 진단 보조 신경망 모델의 갱신에 이용될 수도 있다. 예컨대, 사용자 코멘트 오브젝트에 대한 선택에 응답하여 표시되는 사용자 입력창은, 신경망을 통한 진단 보조 정보에 대한 사용자 평가를 획득할 수 있고, 획득된 사용자 평가는 신경망 모델의 갱신에 이용될 수 있다.

[579] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 인터페이스는, 각 진단 대상 안저 이미지에 대한 사용자 검토 여부를 표시하는 검토 지시 오브젝트(411)를 포함할 수 있다. 검토 지시 오브젝트는 각 진단 대상 이미지에 대한 사용자 검토가 완료되었음을 나타내는 사용자 입력을 획득 받고, 제1 상태에서 제2 상태로 그 표시가 변경될 수 있다. 예컨대, 도 29 및 도 30을 참조하면, 검토 지시 오브젝트는 확인 요청 문구를 표시하는 제1 상태에서, 사용자 입력이 획득되면, 확인 되었음을

나타내는 제2 상태로 변경될 수 있다.

- [580] 진단 대상 안저 이미지의 목록(413)이 표시될 수 있다. 목록에는 피검체의 식별 정보, 이미지 촬영 날짜 및 양안 이미지에 대한 검토 여부 지시자(403)가 함께 표시될 수 있다.
- [581] 진단 대상 안저 이미지의 목록(413)에는 검토가 완료된 진단 대상 안저 이미지를 나타내는 검토 완료 지시자(415)가 표시될 수 있다. 검토 완료 지시자(415)는 해당 이미지의 양안에 대한 검토 지시 오브젝트(411) 모두에 대하여 사용자 선택이 발생한 경우에 표시될 수 있다.
- [582]
- [583] 도 30을 참조하면, 사용자 그래픽 인터페이스는, 진단 대상 안저 이미지에 품질 이상이 있는 것으로 판단된 경우에, 사용자에게 대상 안저 이미지의 품질에 이상이 있음을 지시하는 저품질 경고 오브젝트(417)를 포함할 수 있다. 저품질 경고 오브젝트(417)는, 진단부로부터 진단 대상 안저 이미지가 진단 보조 신경망 모델로부터 적절한 진단 보조 정보가 예측될 수 있는 수준의 품질(즉, 기준 품질 레벨)에 미치지 아니하는 것으로 판단된 경우에 표시될 수 있다.
- [584] 또한, 도 28을 참조하면 진단 대상 안저 이미지의 목록(413)에도 저품질 경고 오브젝트(419)가 표시될 수 있다.
- [585]
- [586] 2. 안저 이미지를 이용한 심혈관 질병의 진단 보조
- [587] 2.1 일반
- [588] 본 명세서에 의하면, 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 시스템, 장치 및 방법 등이 제공될 수 있다. 본 명세서에 의하면, 신경망 모델을 이용하고 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단에 도움이 되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병의 진단을 보조하는 시스템, 장치 및 방법 등이 제공될 수 있다.
- [589] 이하에서는, 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위하여, 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 제공하는 시스템, 장치 및 방법 등에 대하여 설명한다. 이하의 심혈관 질병의 진단 보조와 관련하여, 도 1 내지 30과 관련하여 전술한 내용을 참고하여 설명한다.
- [590]
- [591] 심혈관 계통 질병의 관리를 위하여, 질병 진단에 직접 또는 간접적으로 이용되는 바이오마커가 이용될 수 있다. 심혈관 계통 질병의 관리를 위하여, 질병과 관련된 지수(index), 점수(score) 또는 지표(indicator) 등(이하, 점수)의 값을 고려하여, 질병의 위험도를 관리하는 방식이 이용될 수 있다. 점수 등의 값을 고려하여 진단되는 질병들에 대하여는, 질병의 유무가 아닌 점수를 제공하는 것이, 임상의가 직접 점수를 고려하여 환자의 상태 또는 처치를 판단하게 할 수 있어, 보다 효율적일 수 있다.
- [592] 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병은 뇌심혈관계 질환을 의미할 수 있다.

심혈관 질병은 심근 경색(heart attack) 또는 협심증(angina) 등의 관상동맥 질환, 심장 동맥병, 허혈성 심장 질환, 울혈성 심부전, 말초 혈관 질환, 심장 마비, 심장 판막 질환, 뇌혈관 질환(예컨대, 뇌졸중, 뇌경색, 뇌출혈 또는 일과성 허혈 발작) 및 신장 혈관 질환 등을 포함하는 뇌, 심장 내지 혈관과 관련된 질환을 의미할 수 있다.

- [593] 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병은 합병증을 동반할 수 있다. 예컨대, 심혈관 질환은 심장 마비, 심부전, 뇌졸중, 동맥류, 말초동맥 질환, 신부전, 치매 또는 피부 궤양을 합병증으로 동반할 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 심혈관 계통 질병은 이러한 합병증을 의미할 수도 있다.
- [594]
- [595] 본 명세서에서 설명하는 진단 보조 시스템, 장치 및 방법 등에 의하면, 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보가 제공될 수 있다. 진단 보조 정보는, 심혈관 질병과 관련된 파라미터 값, 심혈관 질병의 위험도를 지시하는 등급 또는 심혈관 질병의 유무 정보를 포함할 수 있다.
- [596] 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수는 피검체로부터 측정될 수 있는 점수 또는 피검체로부터 측정된 값들 및/또는 피검체의 개인 정보를 조합하여 계산된 점수 동일 수 있다. 심혈관 질병의 진단에 이용되는 점수는 알려진 심뇌혈관질환 예측 모델에 의해 제시되는 점수일 수 있다. 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수는 심장 석회화 정도를 나타내는 심장 석회화 지수일 수 있다.
- [597] 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수는 관상동맥 칼슘 점수일 수 있다. 점수는 동맥 경화 위험 점수일 수 있다. 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수는 경동맥 내중막 두께(Carotid Intima-Media Thickness, CIMT) 값일 수 있다. 점수는 프래밍햄(Framingham) 관상동맥 위험 점수일 수 있다. 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수는 프래밍햄 위험 점수에 포함되는 적어도 하나의 인자에 대한 값일 수 있다. 점수는 QRISK 점수일 수 있다. 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수는 ASCVD(Atherosclerotic Cardiovascular Disease)에 따른 값일 수 있다. 점수는 SCORE(European Systematic Coronary Risk Evaluation)에 따른 점수일 수 있다.
- [598]
- [599] 일 예로, 관상동맥 칼슘 점수의 경우, 관상 동맥(Coronary artery)의 석회화에 대한 판단 지표로 이용될 수 있다. 혈관 내에 플라크(plaque)가 축적됨에 따라 관상동맥(Coronary artery)이 석회화되면, 심장 혈관 벽이 좁아지게 되면서, 심장 동맥병, 심근경색, 협심증, 허혈성 심장 질환 등 다양한 심장 질환의 원인이 되는 바, 관상동맥 칼슘 지수는 다양한 심장 질환의 위험도 판단의 기초로 이용될 수 있다. 예컨대, 관상동맥 칼슘 점수 값이 큰 경우, 관상동맥질환의 위험도가 큰 것으로 판단될 수 있다.
- [600] 특히, 관상동맥 칼슘 점수는 흡연 여부, 나이, 성별 등 심장질환과 간접적으로 연관된 인자들에 비하여 심장질환, 특히 관상동맥 질환(심장 석회화)과

직접적으로 관련된 것으로서, 심장 건강에 대한 강력한 바이오 마커로 이용될 수 있다.

- [601] 또한, 심혈관 질병의 진단을 보조하는 점수 등의 진단 보조 정보는 특정한 의료적 처치 또는 처방 대상을 선별하기 위한 기준으로 이용될 수도 있다. 예컨대, 관상동맥 칼슘 점수는 관상동맥 정밀검사 대상을 선별하는데 이용될 수 있다. 또 예컨대, 관상동맥 칼슘 점수는 항고 지혈제 복용 대상 선별에 이용될 수 있다. 관상동맥 칼슘 점수는 스타틴(statins) 등의 항고 지질혈증제의 처방 기준으로 이용될 수 있다.
- [602] 다른 예로, 프래밍험 위험 점수 값 또는 프래밍험 위험 점수를 계산하기 위하여 이용되는 값이 관상동맥 질환의 위험도 판단을 위한 진단 보조 정보로서 획득 및 제공될 수 있다. 예컨대, 프래밍험 위험 점수가 높을수록, 관상동맥 질환의 위험도가 높은 것으로 판단될 수 있다.
- [603] 또 다른 예로, 경동맥 내중막 두께 값의 경우, 뇌경색 또는 급성 심근경색증의 위험도를 판단하기 위한 진단 보조 정보로서 획득 및 제공될 수 있다. 예컨대, 경동맥 내중막 두께가 두꺼울수록 뇌경색 또는 급성 심근경색증의 위험도가 큰 것으로 판단될 수 있다.
- [604]
- [605] 심혈관 질병의 진단을 보조하는 등급은 심혈관 질병의 위험도를 지시는 적어도 하나의 등급일 수 있다. 예컨대, 점수 등이 질병의 진단에 이용될 수 있는 경우, 점수 등을 대신하여 또는 점수 등과 함께, 등급(grade)이 이용될 수 있다.
- [606] 진단 보조 정보는 심혈관 질병 진단 보조 점수 및/또는 심혈관 질병 진단 보조 등급을 포함할 수 있다. 등급은 피검체가 대상 심혈관 질병에 대하여 정상임을 지시하는 정상 등급 및 피검체가 대상 심혈관 질병에 대하여 비정상임을 지시하는 비정상 등급을 포함할 수 있다. 또는, 등급은 피검체의 대상 심혈관 질병에 대한 위험 정도를 나타내는 복수의 등급을 포함할 수도 있다. 이와 관련하여, 이하의 심혈관 질병 진단 방법 항목에서 보다 상세히 설명한다.
- [607] 본 명세서에서 설명하는 점수 등은 질병의 진단에 이용될 수 있다. 점수 등은 환자의 현재 상태 진단 및/또는 질병의 예후 관리에 이용될 수 있다. 점수 등을 포함하는 진단 보조 정보의 생성 및 제공에 대하여는 후술하는 이하의 진단 보조 정보 항목에서 보다 상세히 설명한다.
- [608] 본 명세서에서 설명하는 진단 보조 시스템, 장치 및 방법 등에 의하면, 다양한 심혈관계 질병(예컨대, 관상동맥 질환)의 진단에 선행하여, 심혈관 질병 진단 보조 정보가 획득될 수 있다. 또한, 일 실시예에 따르면, 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보는 심혈관 질병에 대한 정밀 검사에 선행하여 정밀 검사 대상자를 선별하기 위한 사전 진단에 이용될 수 있다. 이와 관련하여, 이하에서 설명하는 이하의 진단 보조 정보의 제공 항목에서 보다 상세히 살펴본다.
- [609]
- [610] 이하에서는, 편의를 위하여, 심혈관 계통 질환의 진단을 목적으로 하는 경우를

기준으로 설명하나, 본 명세서에서 개시하는 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다. 이하에서 설명하는 진단 보조 방법, 장치 및 시스템 등은 수치 값 또는 등급을 고려하여 진단될 수 있는 특정 질병의 진단 보조를 위하여, 신경망 모델을 이용하여 안저 이미지로부터 해당 질병과 연관된 진단 보조 정보로서 수치 값 또는 등급을 획득하는 모든 경우에 유사하게 적용될 수 있다.

[611]

[612] 2.2 심혈관 질병의 진단 보조 시스템 및 장치

[613] 이하에서는, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 유무 또는 그 판단의 근거가 되는 정보를 획득하기 위한 진단 보조 시스템 및 장치 등에 대하여 설명한다. 특히, 딥러닝을 이용하여 심혈관 질병과 관련된 정보를 예측하기 위한 신경망 모델을 구축하고, 구축된 모델을 학습하고, 학습된 모델을 이용하여 정보를 예측함으로써 심혈관 질병의 진단을 보조하는 시스템 및 장치 등에 대하여 설명한다.

[614]

[615] 2.2.1 시스템

[616] 본 명세서에 의하면, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 시스템이 제공될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 시스템 또는 이를 구성하는 장치는 본 명세서 전반에 걸쳐 서술되는 진단 보조 및/또는 심혈관 질병의 진단 보조를 수행할 수 있다.

[617] 본 명세서에서 개시하는 심혈관 질병 진단 보조 시스템 및/또는 장치 등은 도 1 내지 9와 관련하여 전술한 진단 보조 시스템 및/또는 장치와 유사하게 구현될 수 있다. 다시 말해, 도 1 내지 9와 관련하여 전술한 진단 보조 시스템은, 이하에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조 시스템으로 구현될 수도 있다.

[618] 일 예로, 심혈관 질병 진단 보조 시스템은 학습 장치, 진단 장치 및 클라이언트 장치를 포함할 수 있으며, 시스템 및 장치 각각은 도 1과 관련하여 전술한 진단 보조 시스템과 유사하게 동작할 수 있다. 학습 장치는 심혈관 질병 진단 보조를 위한 신경망 모델을 학습하고, 진단 장치는 학습된 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병 진단 보조를 수행하고, 클라이언트 장치는 안저 이미지를 획득하고, 안저 이미지에 기초하여 생성된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하고, 진단 보조 정보를 사용자에게 제공할 수 있다.

[619] 다른 예로, 심혈관 질병 진단 보조 시스템은 진단 장치 및 클라이언트 장치를 포함할 수 있다. 이때, 진단 장치는 학습 장치 및/또는 서버 장치의 기능을 수행할 수 있다. 진단 장치 및/또는 클라이언트 장치는 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조를 수행할 수 있다.

[620] 또 다른 예로, 심혈관 질병 진단 보조 시스템은 모바일 장치를 포함할 수 있다. 모바일 장치는 전술한 학습 장치, 진단 장치 및/또는 클라이언트 장치의 동작 중 전부 또는 일부를 수행할 수 있다. 모바일 장치는 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조를 수행할 수 있다.

- [621] 각 장치의 구성 및 동작과 관련하여서는 이하의 장치 항목에서 보다 상세히 설명한다.
- [622] 이상에서는 이미지 관리 시스템에 대하여 몇 가지 예를 들어 설명하였으나, 위에서 설명되지 않은 경우라 할지라도, 도 1 내지 9와 관련하여 설명하는 진단 보조 시스템에 관련된 기재로부터 심혈관 질병 진단 보조 시스템의 구성이 유사하게 구성될 수 있음은 자명하다.
- [623]
- [624] 2.2.2 장치
- [625] 본 명세서에 의하면, 진단 보조 장치가 제공될 수 있다. 진단 보조 장치는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조부는 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조를 수행할 수 있다.
- [626] 진단 보조 장치는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단 보조 장치는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함하는 하나 이상의 장치일 수 있다. 진단 보조 장치는 전술한 학습 장치, 진단 장치 또는 클라이언트 장치일 수 있다. 진단 보조 장치는 모바일 장치일 수 있다. 진단 보조 장치는 서버 장치일 수 있다. 진단 보조 장치는 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조를 수행하는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 진단 보조 장치는 본 명세서에서 설명하는 장치 또는 부에 포함될 수 있다.
- [627] 본 명세서에 의하면, 도 1 내지 도 9와 관련하여 전술한 진단 보조 시스템(10, 20) 및 시스템에 포함되는 장치는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 도 1 내지 도 9와 관련하여 전술한 진단 보조 시스템(10, 20) 및 시스템에 포함되는 장치는 심혈관 질병의 진단 보조와 관련된 동작을 도 1 내지 9와 관련하여 설명된 기능에 추가적으로 수행할 수 있다. 이하에서는, 도 1 내지 도 9를 참조하여, 심혈관 질병의 진단을 보조하는 장치에 대하여 몇몇 예를 들어 설명한다.
- [628]
- [629] 일 예로, 학습 장치(1000)는 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 학습 장치(1000)는 심혈관 질병 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 학습 장치(1000)의 심혈관 질병 진단 보조부는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 예측하는 신경망 모델을 학습시킬 수 있다. 학습 장치(1000)의 심혈관 질병 진단 보조부는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 예측하는 신경망 모델을 학습하여 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다.
- [630] 학습 장치(1000)의 학습부(100)는 심혈관 질병 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조부의 기능을 수행할 수 있다. 학습부(100)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 학습 장치(1000)의 프로세서(1050) 또는 학습 모듈(1053)은 심혈관 질병 진단 보조부의 기능을 수행할 수 있다. 학습 장치(1000)의 프로세서(1050) 또는 학습 모듈(1053)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수

있다.

- [631] 학습 장치(1000)의 제어부(1200)는 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조를 수행할 수 있다. 제어부(1200)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 학습 장치(1100)의 메모리부(1100)(또는, 휘발성 메모리(1030), 비휘발성 메모리(1010) 또는 대용량 저장 장치(1070))는 심혈관 질병 진단 보조를 위한 신경망 모델을 저장할 수 있다. 학습 장치(1100)의 통신부(1300)는 학습된 모델 또는 학습된 모델을 구동하기 위한 정보를 외부 기기로 전송할 수 있다. 또는 학습 장치(1000)는 통신부(1300)를 통하여 외부 장치로부터 신경망 모델의 학습에 필요한 정보를 획득할 수 있다.
- [632]
- [633] 다른 예로, 진단 장치(2000)는 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 진단 장치(2000)는 심혈관 질병 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 진단 장치(2000)의 심혈관 질병 진단 보조부는 학습된 신경망 모델을 이용하여, 대상 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단 장치(2000)의 심혈관 질병 진단 보조부는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 출력하는 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [634] 진단 장치(200)의 진단부(200)는 심혈관 질병 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조부의 기능을 수행할 수 있다. 진단부(200)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 진단 장치(2000)의 프로세서(2050) 또는 진단 모듈(2053)은 심혈관 질병 진단 보조부의 기능을 수행할 수 있다. 진단 장치(2000)의 프로세서(2050) 또는 진단 모듈(2053)은 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다.
- [635] 진단 장치(2000)의 제어부(2200)는 학습된 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 진단 장치(2000)의 제어부(2200)는 심혈관 질병 진단 보조부의 기능을 수행할 수 있다. 진단 장치(2000)의 제어부(2200)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 진단 장치(200)의 메모리부(2100)는 심혈관 질병의 진단 보조를 위하여 학습된 신경망 모델을 저장할 수 있다. 진단 장치(200)의 메모리부(2100)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 진단 장치(200)는 통신부(2300)를 이용하여 외부 기기와 통신할 수 있다. 진단 장치(200)는 통신부(2300)를 이용하여 외부 기기로부터 진단 대상 이미지를 획득하거나, 진단 보조 정보를 외부 기기로 전송할 수 있다. 진단 장치(200)는 통신부(2300)를 이용하여 외부 기기(예컨대, 학습 장치)로부터 학습된 신경망 모델 또는 학습된 신경망 모델의 구동에 필요한 정보를 획득할 수 있다.
- [636]
- [637] 또 다른 예로, 클라이언트 장치(3000)는 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 클라이언트 장치(3000)는 심혈관 질병의 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 클라이언트 장치(3000)의 심혈관 질병 진단 보조부는

신경망 모델을 학습하거나, 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하거나, 신경망 모델의 구동에 필요한 데이터(예컨대, 안저 이미지)를 제공할 수 있다. 클라이언트 장치(3000)는 심혈관 질병의 진단 보조에 필요한 정보를 사용자로부터 획득하거나, 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 사용자에게 제공할 수 있다.

[638] 클라이언트 장치(3000)의 제어부(3200)는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 클라이언트 장치(3000)의 제어부(3200)는 심혈관 질병 진단 보조부의 기능을 수행할 수 있다. 클라이언트 장치(3000)의 프로세서는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함하거나 심혈관 질병의 진단 보조를 수행할 수 있다.

[639]

[640] 또 다른 예로, 서버 장치(4000)는 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 서버 장치(4000)는 심혈관 질병의 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조부를 포함할 수 있다. 서버 장치(4000)의 심혈관 질병 진단 보조부는 신경망 모델을 저장, 학습 또는 구동할 수 있다. 서버 장치(4000)는 심혈관 질병 진단을 보조하는 신경망 모델을 저장, 학습 또는 구동하기 위하여 필요한 데이터(예컨대, 안저 이미지 데이터)를 저장할 수 있다. 서버 장치(4000)는 심혈관 질병 진단을 보조하는데 이용되는 사용자 정보를 저장할 수 있다.

[641]

[642] 2.3 심혈관 질병의 진단 방법

[643] 2.3.1 심혈관 질병의 진단 보조 프로세스

[644] 심혈관 질병의 진단 보조는 학습 대상 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하고, 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 대상 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[645] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 결과를 출력하는 다층 신경망 모델일 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 획득하는 합성곱 신경망 모델일 수 있다.

[646] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 전술한 양상블 형태로 마련될 수 있다. 예를 들어, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 제1 결과를 출력하는 제1 서브 신경망 모델 및 제2 결과를 출력하는 제2 서브 신경망 모델을 포함하고, 획득되는 진단 보조 정보는 제1 결과 및 제2 결과를 함께 고려하여 결정될 수 있다. 양상블 형태로 마련된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 또는 이러한 신경망 모델을 이용한 진단 보조는 본 명세서에서 전술한 것과 유사하게 수행될 수 있다.

[647]

[648] 심혈관 질병의 진단 보조는 크게 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 및 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용한 진단의 보조로 나누어

생각될 수 있다.

- [649] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 학습 데이터를 획득하는 단계 및 획득된 학습 데이터에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 단계를 포함할 수 있다.
- [650] 학습 데이터를 획득하는 것은 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 획득되는 안저 이미지 학습 데이터는 심혈관 질병 진단 정보가 라벨링된 안저 이미지 학습 데이터일 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 안저 이미지 획득 항목에서 보다 상세히 설명한다.
- [651] 심혈관 질병 진단 보조 모델을 학습하는 것은, 경우에 따라, 획득된 안저 이미지를 변환(또는 전처리)하는 것을 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 변환된 안저 이미지를 이용하여 학습될 수 있다. 안저 이미지는 심혈관 질병의 진단 보조 정보 획득에 보다 적합한 형태로 변환 또는 전처리 될 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 안저 이미지 전처리 항목에서 보다 상세히 살펴본다.
- [652] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 단위 학습 데이터에 결과를 예측하고, 예측 결과와 라벨을 비교하고 신경망 모델을 갱신하는 단계를 여러 차례 반복하는 것을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 단계에서 보다 상세히 살펴본다.
- [653]
- [654] 신경망 모델을 이용하여, 심혈관 질병의 진단을 보조하는 것은, 진단 대상 안저 이미지를 획득하는 단계 및 학습된 신경망 모델을 이용하여 진단 대상 안저 이미지로부터 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.
- [655] 진단 대상 안저 이미지를 획득하는 것은 촬상부를 통하여 수행되거나, 별도의 촬상 장치를 통하여 촬상된 이미지를 획득하는 것일 수 있다.
- [656] 심혈관 질병의 진단을 보조하는 것은, 진단 대상 안저 이미지를 전처리하는 단계를 포함할 수도 있다. 이때, 획득된 진단 대상 안저 이미지는 전처리될 수 있다. 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 획득하는 것은, 학습된 신경망 모델을 이용하여 전처리된 안저 이미지에 대한 진단 보조 정보를 획득하는 것일 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 안저 이미지 전처리 항목에서 보다 상세히 살펴본다.
- [657] 진단 대상 안저 이미지를 전처리하는 것은, 심혈관 질병의 진단 보조 정보 획득에 보다 적합한 형태로 진단 대상 안저 이미지를 변환 또는 전처리하는 것을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 안저 이미지 전처리 항목에서 보다 상세히 살펴본다.
- [658] 학습된 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 획득하는 것은, 심혈관 질병의 진단에 이용될 수 있는 질병 유무 정보, 수치 정보, 등급 정도 등을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조 항목에서 보다 상세히 설명한다.

[659]

[660] 도 31은 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다. 도 31을 참조하면, 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 프로세스는, 이미지에 전처리를 수행(S301)하고, 전처리된 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하고(S303), 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 변수를 획득(S303)하는 학습 프로세스 및 진단 대상 이미지를 획득하고 진단 대상 이미지를 전처리한 후(S401) 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델(S403)을 이용하여 심혈관 질병 진단 보조 진단 보조 정보를 획득(S405)하는 진단 보조 프로세스를 포함할 수 있다.

[661] 보다 구체적으로, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 프로세스는, 심혈관 질병 진단 정보의 예측 정확도가 향상되도록 안저 이미지를 전처리하는 전처리 단계 및 전처리된 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 트레이닝하는 학습 프로세스를 포함할 수 있다. 트레이닝 프로세스는 전술한 학습 장치에 의하여 수행될 수 있다.

[662] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용한 진단 보조 프로세스는 입력된 대상 안저 이미지를 전처리하는 전처리 프로세스 및 전처리된 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 진단 보조 프로세스를 포함할 수 있다. 진단 보조 프로세스는 전술한 진단 장치 또는 서버 장치에 의하여 수행될 수 있다.

[663]

[664] 이하에서는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 및 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용한 진단 보조에 대하여 몇몇 예를 들어 설명한다. 먼저, 학습 및 진단 보조 프로세스에서 공통되는 이미지의 획득 및 변환(또는 전처리)에 대하여 설명한 후, 각각의 프로세스의 특유한 내용에 대하여 설명한다.

[665]

[666] 2.3.2 안저 이미지 획득

[667] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 또는 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조를 위하여, 안저 이미지가 획득될 수 있다.

[668] 안저 이미지는 이미지 데이터 획득 항목에서 전술한 바와 같이, 무산동 안저 카메라를 포함하는 다양한 장치를 통하여 획득될 수 있다. 안저 이미지는 전술한 바와 같이, JPG, PNG, DCM을 포함하는 다양한 형태로 획득될 수 있다.

[669] 이하에서는 심혈관 질병 진단 신경망 모델이 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습되고, 대상 안저 이미지에 기초하여 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 경우를 기준으로 설명

[670] 본 명세서에서, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 및 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통한 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득에 이용되는 안저

이미지는, 안구의 요소를 촬영하여 획득된 다양한 형태의 이미지로 이해될 수 있다. 예컨대, 안저 이미지는 안저 이미지는 OCT(Optical Coherence Tomography) 이미지, OCT 혈관 조영 이미지 또는 안저 혈관 조영 이미지를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 설명하는 안저 이미지로서, 전술한 이미지 데이터 획득 항목에서 설명한 다양한 형태의 안저 이미지가 이용될 수도 있다. 예컨대, 파노라마 안저 이미지, 와이드 안저 이미지, 레드프리 안저 이미지, 적외선 촬영 안저 이미지, 자가 형광 안저 이미지 등이 이용될 수 있다.

- [671] 다시 말해, 이하에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 OCT 이미지, OCT 혈관 조영 이미지 또는 안저 혈관 조영 이미지를 이용하여 학습될 수 있다. 또는, 이하에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 파노라마 안저 이미지, 와이드 안저 이미지, 레드프리 안저 이미지, 적외선 촬영 안저 이미지, 자가 형광 안저 이미지를 이용하여 학습될 수 있다.
- [672] 또한, 이하에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 피검체로부터 획득된 대상 OCT 이미지, 대상 OCT 혈관 조영 이미지 또는 대상 안저 혈관 조영 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [673] 다시 말해, 이하에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 파노라마 안저 이미지, 와이드 안저 이미지, 레드프리 안저 이미지, 적외선 촬영 안저 이미지, 자가 형광 안저 이미지를 이용하여 학습될 수 있다.
- [674]
- [675] 일 예로, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습을 위한 안저 이미지가 획득될 수 있다.
- [676] 학습 단계에서, 안저 이미지는, 심혈관 질병 진단 정보가 획득된 시점으로부터 소정 기간 이내에 촬영된 안저 이미지일 수 있다. 예컨대, 안저 이미지는, 환자가 관상동맥 칼슘 스코어 획득을 위하여 심장 CT를 촬영한 시점으로부터 1년 전후로 촬영된 안저 이미지일 수 있다. 안저 이미지는, 심혈관 질병 진단 정보와 함께 획득될 수 있다.
- [677] 학습 단계에서 이용되는 안저 이미지는, 적어도 하나의 진단 보조 정보가 라벨링된 안저 이미지일 수 있다.
- [678] 안저 이미지에 라벨링되는 진단 보조 정보는, 질병의 유무를 지시하는 질병 정보일 수 있다. 예컨대, 안저 이미지에는 해당 이미지에 대응되는 환자가 관상동맥질환을 가지는지 여부를 나타내는 관상동맥질환 정보가 라벨링되어 있을 수 있다.
- [679] 또 예컨대, 안저 이미지에는, 환자의 대상 질병에 대한 정상 여부(또는, 환자가 위험군에 속하는지 여부)를 나타내는 정상 정보가 라벨링되어 있을 수 있다. 예를 들어, 환자가 관상동맥질환의 위험군인지 아닌지를 나타내는 위험 정보가 라벨링되어 있을 수 있다.
- [680] 위험군 여부는 환자의 관상동맥 칼슘 점수에 따라 결정된 것일 수 있다. 예를 들어, 관상동맥 칼슘 점수가 10 이하인 경우, 환자는 정상군으로 결정될 수 있다.

환자로부터 촬상된 안저 이미지에는 정상 라벨이 라벨링될 수 있다. 관상동맥 칼슘 점수가 11 이상인 경우, 환자는 위험군 또는 비정상군으로 결정될 수 있다. 환자로부터 촬상된 안저 이미지에는 위험 라벨 또는 비정상 라벨이 라벨링될 수 있다.

[681]

[682] 안저 이미지에 라벨링되는 진단 보조 정보는, 질병의 정도를 지시하는 등급 정보일 수 있다. 예컨대, 안저 이미지에는 해당 이미지에 대응되는 환자의 관상동맥질환 위험도를 지시하는 등급이(예를 들어, A 내지 E 등급)이 라벨링되어 있을 수 있다.

[683] 질병의 정도를 지시하는 등급은, 대상 질병의 위험도를 나타내기 위하여 일반적으로 이용되는 등급 체계를 참조하여 마련될 수 있다. 질병의 정도를 지시하는 등급은 사용자의 선택에 따라 그 수 및 각 등급에서 지시하는 수치 범위가 정해질 수 있다.

[684] 일 예에 따르면, 질병의 정도를 지시하는 등급은 신경망 모델 또는 미리 마련된 알고리즘을 통하여 생성된 등급들로부터 선택될 수 있다. 질병의 정도를 지시하는 등급은 적어도 하나의 사용자 입력을 고려하여 신경망 모델 또는 알고리즘에 의하여 정해진 등급들로부터 선택될 수 있다. 구체적인 예로, 질병의 정도를 지시하는 등급은, 안저 이미지로부터 신경망 모델이 예측한 진단 보조 정보 및 그 진단 보조 정보에 기초하여 사용자가 선택한 처방 또는 등급 분류에 기초하여 결정될 수 있다.

[685] 안저 이미지에 라벨링되는 진단 보조 정보는, 질병의 정도를 나타내는 수치 정보일 수 있다. 안저 이미지에는 대상 질병의 진단에 이용되는 점수 값이 라벨링되어 있을 수 있다. 예컨대, 안저 이미지에는 해당 이미지에 대응되는 환자에 대하여 심장CT를 통하여 얻어진 관상동맥 칼슘 점수가 라벨링되어 있을 수 있다. 예컨대, 안저 이미지에는 환자의 관상동맥 칼슘 점수 값으로서, 0, 5, 17, 134, 587 등의 수치 값이 라벨링되어 있을 수 있다.

[686]

[687] 도 32는 안저 이미지에 라벨링되는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 설명하기 위한 도면이다. 도 32를 참조하면, 안저 이미지에 라벨링되는 심혈관 질병 진단 보조 정보로서 대상 질병에 대한 위험도를 나타내는 등급 유무 정보, 대상 질병의 진단에 이용되는 점수 정보 및/또는 대상 질병에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는 질병 유무 정보(또는 위험 정보)는 서로 매칭될 수 있다.

[688] 도 32의 (a)를 참조하면, 피검체가 대상 질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 위험 정보 및 피검체가 정상군에 속함을 나타내는 정상 정보를 포함하는 질병 유무 정보는 대상 질병의 진단에 이용되는 수치, 즉, 점수 정보와 매칭될 수 있다. 구체적인 예로, 도 32의 (a)를 참조하면, 정상 정보는 수치가 0 내지 10인 점수 정보와 매칭될 수 있다. 위험 정보(또는 비정상 정보)는 수치가 10 이상인 점수 정보와 매칭될 수 있다.

- [689] 도 32의 (b)를 참조하면, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 환자가 정상임을 지시하는 A등급, 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 경도 위험성을 가짐을 지시하는 B 등급, 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 중등도 위험성을 가짐을 지시하는 C 등급, 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 중고등도 위험성을 가짐을 지시하는 D 등급, 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 고등도 위험성을 가짐을 지시하는 E등급 중 선택될 수 있다.
- [690] 일 예에 따르면, A 등급은 관상동맥 질환 위험이 매우 낮음을 나타낼 수 있다. B 등급은 관상동맥 질환 위험이 낮음을 나타낼 수 있다. C 등급은 관상동맥 질환 위험이 경미함을 나타낼 수 있다. 또는, C 등급은 경미한 관상 동맥 협착 가능성을 나타낼 수 있다. D 등급은 관상동맥 질환 위험이 높음을 나타낼 수 있다. D 등급은 상당한 관상 동맥 협착 가능성을 나타낼 수 있다. E 등급은 관상동맥 석회화가 광범위함을 나타낼 수 있다. E 등급은 적어도 하나의 관상 동맥 협착 가능성을 나타낼 수 있다.
- [691] 도 32의 (b)를 참조하면, 심혈관 질병 진단 보조 정보로서 대상 질병에 대한 위험도를 나타내는 A 내지 E 등급을 포함하는 등급 정보는 대상 질병의 진단에 이용되는 점수 정보와 매칭될 수 있다.
- [692] 일 예로, 등급 라벨(또는 등급 정보)은 점수 범위 또는 점수 라벨(또는 점수 정보)과 매칭될 수 있다. 예컨대, A 등급 라벨은 점수(수치 범위)가 0인 점수 라벨과 매칭되고, B 등급 라벨은 점수가 1 내지 10인 점수 라벨과 매칭되고, C 등급 라벨은 점수가 10 내지 100인 점수 라벨과 매칭되고, D 등급 라벨은 점수가 100 내지 400인 점수 라벨과 매칭되고, E 등급 라벨은 점수가 400 이상인 점수 라벨과 매칭될 수 있다.
- [693] 일 예로, 등급 라벨은 심장 CT를 통하여 측정된 관상동맥 칼슘 점수에 기초하여 결정될 수 있다. 도 32의 (b)를 참조하면, 환자의 관상동맥 칼슘 점수가 0인 경우, 환자는 관상동맥 질환에 대하여 정상인 것으로 판단되고 안저 이미지에 부여되는 등급 라벨은 A등급 라벨로 결정될 수 있다. 환자의 관상동맥 칼슘 점수가 1 내지 10인 경우, 환자는 관상동맥 질환에 대하여 경도 위험성을 가지는 것으로 판단되고, 안저 이미지에 부여되는 등급 라벨은 B등급 라벨로 결정될 수 있다. 환자의 관상동맥 칼슘 점수가 10 내지 100인 경우, 환자는 관상동맥 질환에 대하여 중등도 위험성을 가지는 것으로 판단되고 안저 이미지에 부여되는 등급 라벨은 C등급 라벨로 결정될 수 있다. 환자의 관상동맥 칼슘 점수가 100 내지 400인 경우, 환자는 관상동맥 질환에 대하여 중고등도 위험성을 가지는 것으로 판단되고 안저 이미지에 부여되는 등급 라벨은 D등급 라벨로 결정될 수 있다. 환자의 관상동맥 칼슘 점수가 400 이상인 경우, 환자는 관상동맥 질환에 대하여 고등도 위험성을 가지는 것으로 판단되고 안저 이미지에 부여되는 등급 라벨은 E등급 라벨로 결정될 수 있다.
- [694] 도 32의 (a) 및 (b)를 참조하면, 질병 유무 정보, 등급 정보 및/또는 점수 정보는 서로 매칭될 수 있다. 도 32와 관련하여 설명한 심혈관 질병 진단 보조 정보의

매칭 관계는 본 명세서에서 설명하는 신경망 모델의 학습 또는 진단 보조 정보의 비교 또는 제공 등에 이용될 수 있다.

- [695] 한편, 위험도를 나타내는 등급 또는 질병 유무 정보는, 피검체의 성별, 나이 등의 추가 요인에 따라 달리 결정될 수 있다. 다시 말해, 피검체의 성별 또는 나이에 따라, 도 32에서 도시하는 것과 같은 매칭 관계가 달리 결정될 수 있다.

[696]

- [697] 다른 예로, 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단을 위한 대상 안저 이미지가 획득될 수 있다. 안저 이미지의 획득은 클라이언트 장치, 촬상부 또는 모바일 장치 등에 의해 수행될 수 있다. 안저 이미지의 획득과 관련하여, 본 명세서에서 전술한 내용이 적용될 수 있다.

- [698] 진단 보조 단계에서 이용되는 안저 이미지는, 심혈관 질병 진단 시점으로부터 소정 기간 이내에 획득된 안저 이미지일 수 있다. 예컨대, 진단 보조의 기초가 되는 대상 안저 이미지는 심혈관 질병 진단 시점으로부터 1년 전후로 촬영된 이미지일 수 있다.

- [699] 진단 보조 프로세스에서, 획득된 안저 이미지는 진단 대상 안저 이미지일 수 있다. 진단 대상 안저 이미지와 함께 피검체를 식별하기 위한 식별 정보 또는 대상 질병의 진단에 이용될 수 있는 부가 정보가 획득될 수 있다. 예컨대, 환자의 성별, 나이, 흡연 여부 등과 같은 관련 정보가 대상 안저 이미지와 함께 획득될 수 있다.

[700]

- [701] 2.3.3 안저 이미지 재구성

- [702] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 또는 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조를 위하여, 안저 이미지가 재구성될 수 있다. 안저 이미지의 재구성은 전술한 진단 보조 시스템, 진단 장치, 학습 장치, 클라이언트 장치, 모바일 장치 또는 서버 장치에서 수행될 수 있다. 각 장치의 제어부 또는 프로세서는 이미지의 재구성을 수행할 수 있다.

- [703] 안저 이미지의 재구성은, 심혈관 질병 진단 신경망 모델의 학습 또는 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병 진단 보조의 효율이 향상될 수 있는 형태로 안저 이미지를 변형(modify)하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 이미지를 재구성하는 것은, 안저 이미지를 블러 처리하거나 안저 이미지의 색도 또는 채도를 변경하는 것을 포함할 수 있다.

- [704] 예컨대, 안저 이미지의 용량을 줄이거나, 색상 채널을 단순화할 경우, 신경망 모델에서 처리해야 할 데이터의 양이 줄어들어 따라 결과의 정확도 또는 결과 획득 속도가 향상될 수 있다.

- [705] 안저 이미지에는 다양한 형태의 전처리 또는 변환이 가해질 수 있다. 안저 이미지의 전처리는 촬상된 상태의 안저 이미지에 대하여 수행되는 다양한 형태의 이미지 처리 작업을 의미할 수 있다. 안저 이미지의 전처리는, 데이터 가공 프로세스 항목에서 설명한 이미지 리사이징, 이미지 전처리, 이미지 증강,

이미지 직렬화 등 중 적어도 일부 처리를 포함할 수 있다.

[706]

[707] 일 실시예에 따르면, 안저 이미지의 재구성 방법은, 안저 이미지에 포함되는 혈관이 분포하는 영역을 강조하는 전처리가 수행하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 안저 이미지의 재구성 방법은, 안저 이미지상에서 출혈이 위치되는 영역을 강조하는 전처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다.

[708] 혈관 강조 전처리는 안저 이미지에 블러 처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 혈관 강조 전처리는 안저 이미지에 필터 처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 혈관 강조 전처리는 안저 이미지에 가우시안 필터를 적용하는 것을 포함할 수 있다.

[709] 혈관 강조 전처리는 잡음 제거(image noise filtering) 처리를 포함할 수 있다. 혈관 강조 전처리는 각인(inprinting)처리를 포함할 수 있다. 혈관 강조 전처리는 RGV, La^*b^* , HSV를 포함하는 색상 스페이스의 조합 및/또는 최적화를 포함할 수 있다. 혈관 강조 전처리는 히스토그램 스트레칭, 히스토그램 이퀄라이제이션, 히스토그램 노멀라이제이션 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 혈관을 강조하는 것은, 이미지에 평활화를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 평활화는 가우시안 필터를 이용하여 수행될 수 있다.

[710] 혈관을 강조하는 것은 별도로 마련된 혈관 강조 필터를 적용하는 것을 포함할 수 있다. 혈관 강조 필터는 본 명세서에서 서술하는 다양한 형태의 전처리 중 일부를 포함하는 필터일 수 있다.

[711] 혈관을 강조하는 것은 색공간을 변환하고, 휘도 성분에 기초하여 구분되는 혈관 영역을 강조하는 것을 포함할 수 있다.

[712] 혈관을 강조하는 것은, 오브젝트를 팽창 및/또는 수축시키는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 혈관을 강조하는 것은, 혈관이 분포하는 영역의 경계에 픽셀을 부가하거나 경계로부터 픽셀을 제거하는 것을 포함할 수 있다.

[713] 혈관을 강조하는 것은, 이미지에 팽창 처리를 하고, 팽창 처리된 이미지의 휘도 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 혈관을 강조하는 것은, 이미지에 대하여 수축 처리를 하고, 수축 처리된 이미지의 휘도 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[714] 일 실시예에 따르면, 혈관이 강조되도록 안저 이미지를 재구성하는 것은, 안저 이미지를 블러 처리하고, 블러 처리된 안저 이미지에 가우시안 필터를 적용하고, 가우시안 필터가 적용된 안저 이미지에 포함된 혈관을 강조(또는 추출)하는 것을 포함할 수 있다. 혈관의 강조 또는 추출하기 위하여는 상술한 처리들 중 일부 또는 전부가 이용될 수 있다.

[715]

[716] 안저 이미지를 재구성하는 것은 혈관을 추출하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 안저 이미지를 재구성하는 것은 혈관 세그멘테이션을 형성하는 것을 포함할 수 있다.

- [717] 혈관을 강조하는 것은, 혈관이 분포하는 영역 또는 추출된 혈관 이미지를 가공하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 혈관을 강조하는 것은, 안저 이미지 중 혈관이 분포하는 영역 또는 안저 이미지로부터 추출된 혈관 이미지의 색상, 밝기, 히스토그램을 변경하는 것을 포함할 수 있다.
- [718] 혈관을 강조하는 것은, 전술한 처리 중 적어도 하나의 처리 절차를 복수 회 수행하는 것을 포함할 수 있다.
- [719] 한편, 혈관 강조 전처리는 선택적으로 수행될 수 있다. 혈관 강조 전처리의 사용 여부는 사용자에게 의해 선택될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 또는 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병 진단의 보조를 수행하는 장치는, 혈관 강조 전처리 여부에 대한 사용자 입력을 획득하고, 사용자 입력에 따라 혈관 강조 전처리를 수행하거나 생략할 수 있다.
- [720] 일 실시예에 따르면, 안저 이미지 재구성 방법은, 안저 이미지에 시신경섬유가 분포하는 영역을 강조하는 전처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지 재구성 방법은, 시신경섬유가 분포하는 영역을 추출하여 시신경 섬유 추출 이미지를 생성하는 것을 포함할 수 있다. 시신경 섬유가 분포하는 영역을 강조하거나 시신경 섬유를 추출하는 것은, 안저 이미지에 대하여 가우시안 필터 처리, 블러 처리, 히스토그램 변환, 색조 변환 등의 전처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다.
- [721]
- [722] 안저 이미지를 이용하면, 비침습적으로 혈관 형태를 관찰할 수 있다는 장점이 있다. 따라서, 안저 이미지를 심혈관 질병의 진단에 이용할 경우, 안저 이미지로부터 얻어지는 혈관의 형태에 기초하여 심혈관 질병의 진단에 이용할 수 있는 보조 정보가 얻어질 수 있다. 이에 따라, 본 명세서에서 설명하는 것처럼, 안저 이미지에 포함된 혈관 부분이 보다 강조되도록 재구성된 안저 이미지를 이용할 경우, 보다 정확한 심혈관 질병 진단 보조 정보가 얻어질 수 있다.
- [723]
- [724] 2.3.4 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 학습
- [725] 2.3.4.1 심혈관 질병 진단을 위한 신경망 모델 학습 일반
- [726] 전술한 진단 보조 시스템, 학습 장치, 서버 장치 또는 모바일 장치는 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망을 학습할 수 있다. 각 장치의 학습부, 제어부 또는 프로세서는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습을 수행할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것에는, 도 8, 13 내지 17과 관련하여 전술한 신경망 모델의 학습 프로세스가 유추 적용될 수 있다.
- [727] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 라벨을 포함하는 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 라벨링된 안저 이미지를 이용하여 학습될 수 있다.
- [728] 이하에서는, 도 1 내지 30과 관련하여 설명한 내용을 기초로, 심혈관 질병의

진단을 보조하기 위한 신경망 모델을 학습하는 경우에 특유한 내용을 중심으로 설명한다.

[729]

[730] 도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부(400)를 설명하기 위한 도면이다. 도 33을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습부(400)는 큐 모듈(401), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 학습 모듈(403), 학습 결과 획득 모듈(405)을 포함할 수 있다.

[731] 큐 모듈(401)은, 안저 이미지 데이터를 임시로 저장하고 신경망 모델에 공급할 수 있다. 큐 모듈(401)과 관련하여서는 전술한 큐 항목에서 설명한 내용이 유사하게 적용될 수 있다.

[732] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 학습 모듈(403)은 안저 이미지를 획득하고, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 진단 보조 정보를 입력된 이미지에 실제로 부여된 라벨과 비교하고, 비교 결과에 따라 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다.

[733] 학습 결과 획득 모듈(405)은 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 또는 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 파라미터를 획득할 수 있다. 예컨대, 학습 결과 획득 모듈(405)은 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델에 포함된 노드의 웨이트 값을 획득할 수 있다.

[734]

[735] 도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 34를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 방법은, 안저 이미지 및 라벨을 획득하는 단계(S4011), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S4012), 획득된 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4015) 및 학습 결과를 획득하는 단계(S4017)를 포함할 수 있다.

[736] 안저 이미지 및 라벨을 획득하는 단계(S4011)는 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지 학습 데이터는 복수의 안저 이미지 및 각각의 안저 이미지에 부여된 라벨을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 획득된 안저 이미지 및 라벨은 별도로 관리될 수 있다. 획득된 안저 이미지는 신경망 모델에 입력되어 진단 보조 정보 획득의 기초로 이용되고, 획득된 라벨은 신경망 모델의 갱신을 위하여 획득된 진단 보조 정보와 비교될 수 있다.

[737] 안저 이미지 학습 데이터는 제1 안저 이미지, 제1 안저 이미지에 부여된 제1 라벨, 제2 안저 이미지 및 제2 안저 이미지에 부여된 제2 라벨을 포함할 수 있다. 제1 라벨 및 제2 라벨은 동종일 수 있다. 예컨대, 제1 라벨 및 제2 라벨은 수치 값 라벨 또는 등급 라벨일 수 있다.

[738] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하는

단계(S4013)는, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 마련된 신경망 모델을 이용하여, 입력된 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

- [739] 획득되는 심혈관 질병 진단 보조 정보는 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지에 부여된 라벨과 동종의 정보일 수 있다. 예컨대, 학습을 위한 안저 이미지에 등급 라벨이 부여되어 있었던 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [740] 혹은, 획득되는 심혈관 질병 진단 보조 정보는 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지에 부여된 라벨과 이종의 정보일 수 있다. 예컨대, 학습을 위한 안저 이미지에 수치 값 라벨이 부여되어 있었던 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 등급 정보 또는 질병의 유무 정보를 획득할 수 있다.
- [741]
- [742] 획득된 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4013)는 획득된 정보를 입력 이미지에 부여된 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 획득된 진단 보조 정보를 라벨과 비교하고 그 오차에 기초하여 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 신경망 모델을 갱신하는 것은, 오차 역전파를 이용하여 신경망 모델의 노드에 할당된 웨이트 값 등을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [743] 획득된 정보가 입력 데이터에 포함된 라벨과 동종인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것은, 입력된 안저 이미지에 부여된 라벨과 해당 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보를 비교하고, 그 오차에 기초하여 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 입력 안저 이미지에 부여된 라벨이 B 등급 라벨이고, 입력 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델에 의하여 획득된 라벨이 C 등급 라벨인 경우, 라벨의 차이에 기초하여 신경망 모델이 갱신될 수 있다.
- [744] 획득된 정보가 입력 데이터에 포함된 라벨과 이종인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것은, 입력된 안저 이미지에 부여된 라벨과 해당 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보를 비교하고, 그 오차에 기초하여 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 입력된 안저 이미지에 부여된 라벨과 해당 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보는 간접적으로 비교될 수 있다. 입력된 안저 이미지에 부여된 라벨과 해당 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보는 그 포함 관계에 기초하여 비교될 수 있다. 입력된 안저 이미지에 부여된 라벨과 해당 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보는 매칭 테이블에 기초하여 비교될 수 있다. 일 예로, 매칭 테이블은 전술한 도 32의 형태로 마련될 수 있다.
- [745] 예컨대, 입력 안저 이미지에 부여된 라벨이 A 등급이고, 신경망 모델에 의하여 획득된 진단 정보가 환자가 건강함을 지시하는 정상 정보인 경우, 신경망 모델이

올바르게 판단한 것으로 판단하고 이를 갱신에 반영할 수 있다. 또 예컨대, 입력 안저 이미지에 부여된 점수 라벨이 0 이고, 신경망 모델에 의하여 획득된 진단 정보가 점수가 1 내지 10임을 나타내는 B등급인 경우, 신경망 모델의 획득과 라벨이 다른 것으로 판단하고 이를 갱신에 반영할 수 있다.

[746] 안저 이미지 및 라벨을 획득하는 단계(S4011), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 안저 이미지의 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S4013) 및 획득된 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4015)는 반복적으로 수행될 수 있다. 신경망 모델을 반복적으로 갱신하는 것은, 미리 정해진 횟수만큼 수행될 수 있다. 신경망 모델을 갱신하는 것은, 신경망의 정확도가 기준치에 도달한 경우 중단될 수 있다. 신경망 모델을 갱신하는 것은, 사용자 입력 획득 시까지 반복될 수 있다. 신경망 모델을 갱신하는 것은 학습 데이터가 소진될 때까지 수행될 수 있다.

[747]

[748] 학습 결과를 획득하는 단계(S4017)는 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 학습 결과를 획득하는 단계는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델에 포함된 노드의 값을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 학습 결과를 획득하는 단계는 신경망 모델의 파라미터(예컨대, 가중치 또는 편향)를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 획득된 학습 결과는 외부 기기(예컨대, 진단 장치, 서버 장치, 클라이언트 장치 또는 모바일 장치)로 전달될 수 있다.

[749] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 정확도가 획득될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 정확도를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 정확도는 검증 또는 테스트를 수행하여 획득될 수 있다. 검증 결과에 따라, 신경망 모델의 파라미터가 변경될 수 있다. 신경망 모델의 검증은 학습 데이터 세트와 구별되는 검증 데이터 세트를 이용하여 수행될 수 있다.

[750]

[751] 한편, 신경망 모델은, 안저 이미지 외의 다른 인자를 함께 입력으로 하여 진단 보조 정보를 획득할 수도 있다. 예를 들어, 나이, 성별, 흡연 여부, 고지혈증 유무, 고혈압 유무, 당뇨병 유무 등을 고려할 수 있다. 이러한 추가적인 인자들은 안저 이미지와 함께 신경망 모델에 입력 되거나, 안저 이미지로부터 제1 신경망에 의해 얻어진 특성값과 함께 2차 신경망에 대한 입력으로 이용될 수 있다.

[752]

[753] 이하에서는, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 유무를 획득하는 신경망 모델을 학습하는 방법(또는 위험군을 선별하는 방법), 심혈관 질병의 위험도를 지시하는 등급을 획득하는 신경망 모델을 학습하는 방법, 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값(또는, 점수)을 획득하는 신경망 모델을 학습하는 방법에 대하여 순차적으로 설명한다.

- [754] 다만, 이하의 실시 예들에서는 질병의 유무, 등급 및 수치 중 어느 하나를 획득하고, 획득된 정보에 기초하여 신경망 모델을 갱신하는 학습 방법을 기준으로 설명하나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 질병의 유무, 등급 및 수치 중 두 개 이상에 대하여 각각 또는 함께 획득하는 신경망 모델을 이용하고, 결과에 기초하여 적어도 하나의 신경망 모델을 갱신하는 방식이 이용될 수도 있다.
- [755]
- [756] 2.3.4.2 위험군 선별 모델 학습
- [757] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 환자의 심혈관 질병 해당 여부를 판단하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델이 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지를 질병 유무와 관련된 두 개의 클래스로 구분하도록 학습될 수 있다. 환자의 심혈관 질병 해당 여부를 판단하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습은 전술한 학습부에 의해 수행될 수 있다.
- [758] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 안저 이미지를 정상 또는 비정상으로 분류하도록 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 환자가 대상 심혈관 질병을 가짐을 지시하는 비정상 정보 또는 환자가 심혈관 질병을 가지지 않음을 지시하는 정상 정보 중 어느 하나를 출력하도록 학습될 수 있다. 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에 포함됨을 지시하는 위험 정보 또는 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에서 제외됨을 지시하는 정상 정보 중 어느 하나를 출력하도록 학습될 수 있다. 그 외에도, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 심혈관 질병 진단 보조 정보로서, 입력 안저 이미지에 기초하여 획득된 제1 정보 또는 제2 정보를 출력하는 이진 분류기로서 학습될 수 있다.
- [759] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 비정상 라벨 또는 정상 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다. 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 점수 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트 또는 등급 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다.
- [760] 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 두 가지 이상의 종류의 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수도 있다. 일 예로, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 등급 라벨 및 질병 유무 라벨이 함께 부여된 안저 이미지 또는 등급 라벨 및 점수 라벨이 함께 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다.
- [761] 이하에서는, 심혈관 질병의 진단 보조 정보로서, 이진 분류된 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법에 대하여 설명한다.
- [762]

- [763] 도 35는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 35를 참조하면, 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 신경망 모델을 학습하는 방법은, 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 질병 유무 라벨을 획득하는 단계(S4021), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병 해당 여부를 획득하는 단계(S4023), 획득된 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4025) 및 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과를 획득하는 단계(S4027)를 포함할 수 있다.
- [764]
- [765] 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 질병 유무 라벨을 획득하는 단계(S4021)는, 질병 유무 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지 및 질병 유무 라벨은 별도로 관리될 수 있다. 예컨대, 획득된 안저 이미지는 신경망 모델의 입력으로 이용되고, 획득된 라벨은 신경망 모델의 갱신에 이용될 수 있다. 획득되는 안저 이미지 학습 데이터는 질병 유무 라벨에 더하여 등급 라벨 또는 점수 라벨이 함께 부여된 안저 이미지를 포함할 수도 있다.
- [766] 안저 이미지 학습 데이터는 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 정상임을 지시하는 정상 라벨이 부여된 제1 안저 이미지 및 환자가 대상 심혈관 질병에 대하여 비정상임을 지시하는 비정상 라벨(또는 환자가 위험군에 포함됨을 지시하는 위험 라벨)이 부여된 제2 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [767] 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 질병 유무 라벨을 획득하는 단계(S4021)는, 질병 유무 라벨이 아닌 라벨(예컨대, 등급 라벨 또는 점수 라벨)이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [768] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병 해당 여부를 획득하는 단계(S4023)는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 유무 정보를 출력하도록 마련된 신경망 모델을 이용하여, 입력된 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 유무 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [769] 획득된 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4025)는 획득된 심혈관 질병 유무 정보를 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 오차 역전파를 이용하여 신경망 모델의 파라미터를 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [770] 질병 유무 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터에 포함된 라벨이 질병 유무 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 획득된 질병 유무 정보와 질병 유무 라벨을 비교한 결과를 이용하여 갱신될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망

모델로부터 입력 안저 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보가 비정상 정보이고 입력 안저 이미지에 부여된 라벨이 비정상 라벨인 경우, 획득된 정보와 입력된 라벨의 불일치에 기초하여 신경망 모델이 갱신될 수 있다.

- [771] 질병 유무 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터에 포함된 라벨이 질병 유무 라벨이 아닌 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 획득된 질병 유무 정보와 라벨을 비교한 결과를 이용하여 갱신될 수 있다. 예컨대, 학습 데이터에 포함된 라벨이 등급 라벨 또는 점수 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 등급 또는 점수 라벨과 획득된 질병 유무 정보가 매칭되는지를 고려하여 갱신될 수 있다.
- [772] 라벨과 획득된 정보의 비교는 미리 정해진 기준을 고려하여 수행될 수 있다. 예컨대, 입력된 라벨과 획득된 정보의 비교는 도 32에서 예시하는 것과 같은 테이블을 이용하여 수행될 수 있다.
- [773] 예컨대, 학습 데이터에 포함된 안저 이미지에 부여된 라벨이 환자가 복수의 위험도 등급 중 어느 등급에 해당하는지를 나타내는 등급 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 획득된 질병 유무 정보와 입력 안저 이미지에 부여된 등급 라벨이 매칭되는지 여부를 판단하여 갱신될 수 있다. 구체적으로, 입력 안저 이미지에 부여된 등급 라벨이 환자가 정상군에 속함을 나타내는 A 등급이고 획득된 진단 보조 정보가 환자가 비정상임을 지시하는 비정상 정보인 경우, 신경망 모델은 출력의 오차에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [774]
- [775] 혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과를 획득하는 단계(S4027)는, 안저 이미지를 정상 또는 비정상으로 이진 분류하도록 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 학습 결과를 획득하는 단계는, 안저 이미지 데이터를 이진 분류하도록 학습된 신경망 모델의 파라미터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [776]
- [777] 2.3.4.3 등급 판단 모델 학습
- [778] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 환자의 심혈관 질병에 대한 위험도를 지시하는 등급 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델이 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지를 복수의 등급에 대응되는 복수의 클래스로 구분하도록 학습될 수 있다. 등급 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습은 전술한 학습부에 의해 수행될 수 있다.
- [779] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지를 복수의 등급에 대하여 분류하도록 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지를 환자의 대상 질병에 대한 위험도를 나타내는 복수의 등급에 대하여 분류하도록 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 환자의 대상

질병에 대한 위험 정도를 나타내는 제1 등급, 제2 등급 및 제3 등급에 대응되는 세 개의 클래스로 안저 이미지를 분류하도록 학습될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 환자가 정상군에 속함을 지시하는 제1 등급, 환자가 중등도 위험군에 속함을 지시하는 제2 등급 및 환자가 고등도 위험군에 속함을 지시하는 제3 등급에 대응되는 세 개의 클래스로 안저 이미지를 분류하도록 학습될 수 있다.

- [780] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 등급 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 제1 등급, 제2 등급 또는 제3 등급이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다. 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 점수 라벨 또는 질병 유무 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수도 있다.
- [781] 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 등급 라벨 및 질병 유무 라벨이 함께 부여된 안저 이미지 또는 등급 라벨 및 점수 라벨이 함께 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트 등과 같이 둘 이상의 종류의 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다.
- [782]
- [783] 안저 이미지에 기초하여 등급을 판단하도록 학습되는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 복수의 안저 이미지를 복수의 클래스로 분류하는 다중 분류기의 형태로 마련될 수 있다. 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 복수의 안저 이미지를 두 개의 클래스로 분류하는 이진 분류기를 적어도 하나 포함하는 형태로 마련될 수도 있다.
- [784] 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 복수의 안저 이미지를 정상 정보 및 위험 정보에 대응되는 두 개의 클래스로 분류하는 제1 이진 분류 신경망 모델 및 복수의 안저 이미지를 저위험 정보 및 고위험 정보에 대응되는 두 개의 클래스로 분류하는 제2 이진 분류 신경망 모델을 포함할 수 있다. 이때, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 제1 이진 분류 신경망 모델에서 정상 정보로 분류된 안저 이미지들을 환자가 정상임을 나타내는 제1 등급으로 분류하고, 제2 이진 분류 신경망 모델에 의하여 고위험 정보로 분류된 안저 이미지들을 환자가 고위험군에 해당함을 나타내는 제3 등급으로 분류하고, 제1 등급 및 제3 등급으로 분류되지 않은 이미지들을 환자가 중위험군에 해당함을 나타내는 제2 등급으로 분류할 수 있다.
- [785] 이하에서는, 심혈관 질병의 진단 보조 정보로서, 등급 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [786]
- [787] 도 36은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습

방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 36을 참조하면, 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 신경망 모델을 학습하는 방법은, 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 라벨을 획득하는 단계(S4031), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 등급 정보를 획득하는 단계(S4033), 등급 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4035) 및 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과(S4037)를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

- [788] 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 라벨을 획득하는 단계(S4031)는 등급 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지 및 등급 라벨은 별도로 관리될 수 있다. 안저 이미지는 신경망 모델의 입력으로 이용되고 등급 라벨은 신경망 모델의 갱신에 이용될 수 있다. 획득되는 안저 이미지 학습 데이터는 등급 라벨에 더하여 질병 유무 라벨 또는 점수 라벨이 함께 부여된 안저 이미지를 포함할 수도 있다.
- [789] 안저 이미지 학습 데이터는 환자가 대상 심혈관 질병의 정상군에 속함을 지시하는 제1 라벨이 부여된 제1 안저 이미지, 환자가 대상 심혈관 질병의 중등도 위험군에 속함을 지시하는 제2 라벨이 부여된 제2 안저 이미지 및 환자가 대상 심혈관 질병의 고등도 위험군에 속함을 지시하는 제3 라벨이 부여된 제3 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [790] 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 라벨을 획득하는 단계는 등급 라벨이 아닌 라벨(예컨대, 질병 유무 라벨 또는 점수 라벨)이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [791]
- [792] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 등급 정보를 획득하는 단계(S4033)는 안저 이미지를 대상 심혈관 질병에 대한 복수의 등급에 대응되는 복수의 클래스로 분류하도록 마련된 신경망 모델을 이용하여 입력된 안저 이미지에 대한 등급 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [793]
- [794] 등급 정보를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4035)는 획득된 등급 정보를 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 오차 역전파를 이용하여 신경망 모델의 파라미터를 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [795] 등급 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터에 포함된 라벨이 등급 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 획득된 등급 정보와 입력된 등급 라벨을 비교한 결과를 이용하여 갱신될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델로부터 획득된 진단 보조 정보가 제1 등급 정보이고 입력 안저 이미지에 부여된 라벨이 제2 등급 라벨인 경우, 획득된 정보와 입력된 라벨의 불일치에 기초하여 신경망 모델이 갱신될 수

있다.

- [796] 등급 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터에 포함된 라벨이 등급 라벨이 아닌 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 획득된 등급 정보와 입력된 라벨을 비교한 결과를 이용하여 갱신될 수 있다. 예컨대, 학습 데이터에 포함된 라벨이 질병 유무 라벨 또는 점수 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 질병 유무 라벨 또는 점수 라벨과 신경망 모델로부터 획득된 등급 정보가 매칭되는지 여부를 고려하여 갱신될 수 있다.
- [797] 이때, 입력된 라벨과 획득된 진단 보조 정보의 매칭 여부는 본 명세서에서 예시되는 매칭 테이블(예컨대, 도 32에서 도시된 테이블)을 이용하여 결정될 수 있다.
- [798] 예컨대, 학습 데이터에 포함된 라벨이 환자의 관상동맥 칼슘 점수 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 획득된 등급이 환자의 관상동맥 칼슘 점수에 매칭되는지 고려하여 갱신될 수 있다. 예컨대, 입력 안저 이미지에 부여된 라벨이 관상동맥 칼슘 점수 라벨로서 값이 17인 라벨이고, 입력 안저 이미지에 기초하여 획득된 등급 정보가 환자가 정상임을 나타내는 제1 등급 정보인 경우, 점수와 등급이 매칭되지 않는 것으로 볼 수 있고, 신경망 모델은 이에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [799]
- [800] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과를 획득하는 단계(S4037)는, 안저 이미지를 복수 등급으로 분류하도록 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 또는 그러한 신경망 모델의 파라미터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [801]
- [802] 2.3.4.4 점수 예측 모델 학습
- [803] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 환자의 심혈관 질병과 관련된 점수를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델이 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 진단에 이용되는 점수를 예측하도록 학습될 수 있다. 점수를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습은 전술한 학습부에 의해 수행될 수 있다.
- [804] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 안저 이미지로부터 대응되는 진단 보조 점수를 예측하도록 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 환자의 대상 심혈관 질병에 관련된 특정 파라미터의 값을 예측하도록 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 환자에 대하여 대상 심혈관 질병을 진단할 때 이용될 수 있는 점수를 예측하도록 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 입력되는 안저 이미지에 기초하여 점수를 예측하도록 학습될 수 있다. 점수는 실수 값으로 예측될 수 있다. 점수는 정수 값으로 예측될 수도 있다. 점수는 양의 값으로 예측될 수도 있다.
- [805] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 점수 라벨이 부여된 안저 이미지를

포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 관상동맥 칼슘 점수 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다.

- [806] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 점수 라벨이 아닌 라벨(예컨대, 질병 유무 라벨 또는 등급 라벨)이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터 세트를 이용하여 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 점수 라벨 및 점수 라벨이 아닌 라벨이 함께 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다.
- [807]
- [808] 안저 이미지에 기초하여 점수를 예측하도록 학습되는 신경망 모델은, 연속적인 값을 출력하는 선형 회귀 모델 형태로 학습될 수 있다. 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 점수를 예측하는 선형 회귀 신경망 모델 및 등급 또는 질병 유무 정보를 출력하는 분류기 모델을 함께 포함할 수도 있다.
- [809] 이하에서는, 심혈관 질병의 진단 보조 정보로서 점수 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.
- [810]
- [811] 도 37은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 37을 참조하면, 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 신경망 모델을 학습하는 방법은, 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 라벨을 획득하는 단계(S4041), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 점수 정보를 예측하는 단계(S4043), 예측 결과를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4045) 및 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과를 획득하는 단계(S4047)를 포함할 수 있다.
- [812]
- [813] 안저 이미지 및 안저 이미지에 부여된 라벨을 획득하는 단계(S4041)는 점수 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지와 라벨은 별도로 관리될 수 있다. 안저 이미지 학습 데이터는 점수 라벨과 함께 점수 라벨이 아닌 라벨, 예컨대 등급 라벨 또는 질병 유무 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [814] 안저 이미지 학습 데이터는 심혈관 질병을 진단하기 위한 환자의 관상동맥 칼슘 점수를 나타내는 점수 라벨이 부여된 안저 이미지 데이터를 포함할 수 있다. 안저 이미지 학습 데이터는 환자의 관상동맥 칼슘 점수를 나타내는 점수 라벨과 환자의 관상동맥 칼슘 점수에 따라 결정된 환자의 관상동맥 질환 위험도를 나타내는 등급 라벨이 부여된 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [815] 안저 이미지 학습 데이터는 점수 라벨이 아닌 라벨이 부여된 안저 이미지 데이터를 포함할 수 있다. 안저 이미지 학습 데이터는 등급 라벨 또는 질병 유무 라벨이 부여된 안저 이미지 데이터를 포함할 수 있다.

[816]

[817] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 점수 정보를 예측하는 단계(S4043)는 안저 이미지에 기초하여 안저 이미지에 대응되는 심혈관 질병 진단 보조 점수 정보를 획득하도록 마련된 신경망 모델을 이용하여 입력된 안저 이미지에 대한 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 신경망 모델은 점수 정보 및 점수 정보가 아닌 정보를 함께 획득할 수도 있다. 신경망 모델은 점수 정보와 함께 등급 정보 또는 질병 유무 정보를 획득할 수 있다.

[818]

[819] 예측 결과를 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 단계(S4045)는 획득된 점수 정보를 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 비교하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.

[820] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터에 포함된 라벨이 점수 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 입력 안저 이미지에 부여된 점수 라벨과 신경망 모델에 의해 예측된 입력 안저 이미지에 따른 점수 정보를 비교하고 그 결과에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.

[821] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 점수 라벨과 예측된 점수 정보를 범위를 고려하여 비교하는 것을 포함할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 점수를 그 값에 따라 구분하도록 미리 마련된 복수의 구간, 범위 또는 등급을 이용하여, 점수 라벨과 예측된 점수를 비교하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 획득된 점수가 라벨의 점수와 동일 구간에 속하는 경우 신경망 모델의 예측이 올바른 것으로 보고, 획득된 점수가 라벨의 점수와 다른 구간에 속하는 경우 신경망 모델의 예측이 그른 것으로 보아 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.

[822] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 오차 범위를 고려하여 수행될 수 있다. 예컨대, 예측된 점수 값과 입력된 라벨의 점수 값의 차이가 오차 범위 내인 경우 바르게 예측된 것으로 보고 신경망 모델을 갱신할 수 있다.

[823] 혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용되는 학습 데이터에 포함된 라벨이 등급 라벨 또는 질병 유무 라벨인 경우, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 신경망 모델에 의해 예측된 입력 안저 이미지에 따른 점수 정보를 비교하고 그 결과에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 다시 말해, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은 점수 정보와 비-점수 라벨이 매칭되는지 여부를 판단하여 수행될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 신경망 모델에 의해 예측된 점수 정보가 입력 안저 이미지에 부여된 등급 정보 또는 질병 유무 정보와 매칭되는지 여부를 고려하여 수행될 수 있다.

- [824]
- [825] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과를 획득하는 단계(S4047)는 안저 이미지에 기초하여 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 또는 그러한 신경망 모델의 파라미터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [826]
- [827] 2.3.5 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조
- [828] 2.3.5.1 심혈관 질병 진단 일반
- [829] 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다. 다시 말해, 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단에 유용한 진단 보조 정보를 획득함으로써 심혈관 질병의 진단을 보조할 수 있다.
- [830] 전문화된 진단 장치, 클라이언트 장치, 모바일 장치, 또는 서버 장치는 환자의 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 각 장치의 진단부, 제어부 또는 프로세서는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 대상 안저 이미지에 따른 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [831] 이하에서는, 도 1 내지 30과 관련하여 설명한 내용을 기초로, 학습된 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법 등에 특유한 내용을 중심으로 설명한다.
- [832]
- [833] 도 38은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부(500)를 설명하기 위한 도면이다. 도 38을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단부(500)는 진단 요청 획득 모듈(501), 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503) 및 진단 보조 정보 출력 모듈(505)을 포함할 수 있다. 도 38에서 도시하는 진단부(500) 및 각 모듈들은 논리적인 구성을 기준으로 예시적으로 설명한 것이며, 진단부(500) 또는 각 모듈들은 본 명세서에서 설명하는 다양한 장치 또는 그 외의 장치 중 적어도 하나의 장치에 포함될 수 있다.
- [834] 진단 요청 획득 모듈(501)은 외부 장치 또는 사용자로부터 진단 요청을 획득할 수 있다. 진단 요청 획득 모듈(501)은 진단 대상 안저 이미지를 포함하는 진단 요청을 획득할 수 있다. 진단 요청 획득 모듈(501)은 요청되는 진단 보조 정보를 식별하는 진단 보조 정보 식별 정보를 포함하는 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [835] 진단 요청 획득 모듈(501)은 진단 요청을 획득하고, 진단 보조 정보 획득 프로세스를 개시할 수 있다. 진단 요청 획득 모듈(501)은 진단 요청을 획득한 후 안저 이미지를 획득하거나, 안저 이미지를 포함하는 진단 요청을 획득하거나, 안저 이미지를 획득한 후 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [836] 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 진단 보조 요청이 획득되면 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 대상 안저 이미지를 획득하고 대상 안저

이미지에 기초하여 신경망 모델로부터 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 학습된 신경망 모듈 또는 학습된 신경망 모듈의 파라미터를 획득하고, 이를 이용하여 대상 안저 이미지에 따른 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 대상 안저 이미지를 획득하고 심혈관 질병의 진단을 위한 질병 유무 정보, 등급 정보 또는 점수 정보를 획득할 수 있다.

[837] 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 신경망 모델로부터 직접 출력되는 1차 심혈관 질병 진단 보조 정보 외에 추가적인 정보(다시 말해, 2차 진단 보조 정보)를 더 획득할 수도 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈(503)은 후술하는 지시 정보 또는 처방 정보 등을 획득할 수 있다. 또 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 대상 질병이 아닌 타 질병에 대한 진단 보조 정보 또는 출력되는 진단 보조 정보에 대응되는 CAM(class activation map)이미지를 함께 획득할 수도 있다.

[838]

[839] 진단 보조 정보 출력 모듈(505)은 심혈관 질병 진단 보조 모듈로부터 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈(505)은 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 획득 모듈은 외부 기기 또는 외부 모듈로 진단 보조 정보를 전달할 수 있다. 진단 보조 정보는 사용자 인터페이스 등을 통하여 사용자에게 제공될 수 있다.

[840]

[841] 도 39는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 39를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법은 진단 요청을 획득하는 단계(S5011), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S5013) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5015)를 포함할 수 있다.

[842] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S5011)는, 대상 진단 보조 정보(즉, 획득하고자 하는 진단 보조 정보)의 종류에 따라 달리 구성될 수 있다. 예컨대, 진단 보조 정보 획득에 이용되는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 대상 진단 보조 정보의 종류에 따라 결정될 수 있다.

[843] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S5013)는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 보조 정보를 획득 및 가공하는 것을 포함할 수 있다. 다시 말해, 진단 보조 정보를 획득하는 것은 신경망 모델을 통하여 직접 획득된 1차 진단 보조 정보 및/또는 1차 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 2차 진단 보조 정보를 획득하는 것을 더 포함할 수 있다.

[844] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5015)는 사용자가 인지할 수 있는 형태로 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는

것은 진단 보조 정보를 시각 또는 청각 데이터 형태로 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는 단계는 출력되는 진단 보조 정보의 종류에 따라 달리 구성될 수 있다. 예컨대, 진단 보조 정보는 그 종류에 따라 달리 출력될 수 있다.

[845]

[846] 도 40은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 40을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S310), 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S330) 및 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S350)를 포함할 수 있다.

[847] 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S310)는 피검체의 안저를 촬상한 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[848] 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S330)는 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[849] 심혈관 질병 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[850]

[851] 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S330)는 대상 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대한 클래스 액티베이션 맵(class activation map)을 획득하는 것을 더 포함할 수 있다.

[852] 클래스 액티베이션 맵 또는 피쳐 맵의 출력과 관련하여, 도 47 및 48과 관련하여 설명되는 내용이 유추 적용될 수 있다.

[853] 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S350)는 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대한 클래스 액티베이션 맵에 기초하여 생성되고, 대상 안저 이미지에 대응되는 형태로 마련되어 심혈관 질병 진단 보조 정보와 관련된 특징 영역을 표시하는 심혈관 질병 진단 보조 피쳐 맵을 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.

[854] 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S350)는 대상 안저 이미지 및 심혈관 질병 진단 보조 피쳐 맵을 중첩하여 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[855] 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S350)는 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보에 기초하여 결정된 지시 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 이때, 지시 정보는 미리 저장된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시

정보 관계를 이용하여 결정될 수 있다. 예컨대, 지시 정보는 심혈관 질병 진단 보조 정보에 따른 지시 정보가 매칭된 매칭 테이블을 이용하여 결정될 수 있다. 지시 정보는 미리 마련된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계에 따라 결정되고, 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계는 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대응되는 피검체에 대해 가능한 의료적 처치 방법을 포함할 수 있다.

- [856] 일 실시예에 따르면, 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 안질환에 대한 진단 보조를 수행하는 장치에 의해 수행될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [857] 도 41은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 41을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계(S320)를 더 포함할 수 있다.
- [858] 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계(S320)는 대상 심혈관 질병의 진단을 용이하게 하기 위하여, 대상 안저 이미지에 포함된 혈관 요소가 강조되도록 대상 안저 이미지를 재구성하는 것을 포함할 수 있다. 이때, 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S330)는, 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함 안저 이미지의 재구성에는 본 명세서에서 설명하는 다양한 전처리 또는 재구성 방법 등이 적용될 수 있다.
- [859] 예컨대, 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계(S320)는 대상 안저 이미지에, 대상 안저 이미지에 포함된 혈관이 분포하는 영역을 강조하는 전처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계(S320)는 대상 안저 이미지에 포함된 혈관이 분포하는 영역을 추출하는 것을 포함할 수 있다.
- [860]
- [861] 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환일 수 있다.
- [862] 등급 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는 관상동맥질환 위험 등급 정보이고, 점수 정보는 관상동맥 질환의 진단에 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보이고, 위험 정보는 피검체의 관상동맥지로한에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는 관상동맥 질환 위험 정보일 수 있다.
- [863] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 진단 보조 정보 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습될 수 있다.
- [864]
- [865] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의

진단을 보조하기 위한 방법에 있어서, 피검체의 안저를 촬상한 대상 안저 이미지를 획득하는 단계, 대상 안저 이미지에 대하여 혈관 요소가 강조되도록 하는 재구성을 수행하여 획득된 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계 및 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 방법이 제공될 수 있다.

- [866] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 혈관 요소가 강조된 복수의 안저 이미지 및 복수의 안저 이미지에 부여된 심혈관 질병 진단 보조 라벨을 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다.
- [867] 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환이고, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [868] 등급 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는 관상동맥질환 위험 등급 정보이고, 점수 정보는 관상동맥 질환의 진단에 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보이고, 위험 정보는 피검체의 관상동맥질환에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는 관상동맥 질환 위험 정보일 수 있다.
- [869] 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계는, 심혈관 질병 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 지시 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 지시 정보는 미리 마련된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계에 따라 결정되며, 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계는 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대응되는 피검체에 대해 가능한 의료적 처치 방법을 포함할 수 있다.
- [870] 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [871] 이상에서 설명된 몇몇 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법은, 방법을 실행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체의 형태로 제공될 수도 있다.
- [872]
- [873] 도 42는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5000)를 설명하기 위한 도면이다. 도 42를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5000)는, 안저 이미지 촬상부(5100), 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(5300) 및 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(5500)를 포함할 수 있다.
- [874] 도 42를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 안저 이미지를 이용하여 대상

심혈관 질병의 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조 장치(5000)는 피검체의 안저를 촬상하여 대상 안저 이미지를 획득하는 안저 이미지 획득부, 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부 및 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부를 포함할 수 있다.

- [875] 이때, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [876] 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환일 수 있다. 이때, 등급 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는 관상동맥질환 위험 등급 정보이고, 점수 정보는 관상동맥 질환의 진단에 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보이고, 위험 정보는 피검체의 관상동맥질환에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는 관상동맥 질환 위험 정보일 수 있다.
- [877] 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(5300)는 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대한 클래스 액티베이션 맵을 획득할 수 있다.
- [878] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(5500)는 대상 안저 이미지에 대응되는 형태로 마련되어 심혈관 질병 진단 보조 정보와 관련된 특정 영역을 표시하는 심혈관 질병 진단 보조 피쳐 맵을 출력할 수 있다.
- [879] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(5500)는 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보에 기초하고, 미리 저장된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계를 이용하여 결정된 지시 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [880] 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5000)는, 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 따른 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 피검체의 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 안질환 진단 보조 정보 획득부를 더 포함할 수 있다.
- [881] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(5500)는 안질환 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [882]
- [883] 도 43은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5001)를 설명하기 위한 도면이다. 도 43을 참조하면, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5001)는, 안저 이미지 촬상부(5101), 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(5301) 및 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(5501)를 포함하고, 안저 이미지 재구성부(5701) 또는 안질환 진단 보조 정보 획득부(5901)를 더 포함할 수 있다.
- [884] 예컨대, 심혈관 질병의 진단 보조 장치(5001)는, 대상 심혈관 질병의 진단을

용이하게 하기 위하여, 대상 안저 이미지에 포함된 혈관 요소가 강조되도록 대상 안저 이미지를 재구성하는 안저 이미지 재구성부(5701)를 더 포함할 수 있다. 이때, 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부는 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[885]

[886] 이하에서는, 대상 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보 정보를 획득하는 다양한 경우에 대하여 몇 가지 실시예를 들어 설명한다.

[887]

[888] 2.3.5.2 신경망 모델을 이용한 위험군 선별

[889] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 질병 유무 정보를 획득하도록(또는 위험군을 선별하도록) 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법이 제공될 수 있다. 이하에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조 방법 등은 본 명세서에서 설명하는 진단부, 제어부 또는 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[890]

[891] 도 44는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 44를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 진단 요청을 획득하는 단계(S5021), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 질병 유무 정보를 획득하는 단계(S5023) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5025)를 포함할 수 있다.

[892] 진단 요청을 획득하는 단계(S5021)는 진단 대상 안저 이미지(이하, 대상 안저 이미지)를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 진단 요청을 획득하는 단계는 획득할 진단 보조 정보(획득 대상 진단 보조 정보)에 대한 정보 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[893] 진단 요청은 진단 보조 프로세스의 시작을 요청하는 데이터일 수 있다. 진단 요청은 대상 심혈관 질병에 대한 정보를 포함하고, 대상 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 요청하는 데이터일 수도 있다. 진단 요청은 환자의 대상 질병에 대한 위험군 해당 여부와 관련된 질병 유무 정보를 요청하는 데이터일 수 있다. 예컨대, 진단 요청은 대상 안저 이미지 및 대상 진단 보조 정보의 식별 정보를 포함할 수 있다.

[894] 예컨대, 진단 요청 획득 모듈은 대상 안저 이미지 및 대상 안저 이미지에 기초하여 관상동맥 질환에 대한 진단(또는 진단 보조)를 요청하는 진단 요청(또는 진단 보조 요청)을 획득할 수 있다. 또 예컨대, 진단부는 사용자 입력부를 통하여 사용자에게 의한 진단 요청을 획득하거나 통신부를 통하여 외부 기기로부터 진단 요청을 획득할 수 있다.

[895]

[896] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 질병 유무 정보를 획득하는 단계(S5023)는 질병 유무 정보를 요청하는 진단 보조 요청에 기초하여 질병 유무

정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 질병 유무 정보를 획득하는 단계는 대상 심혈관 질병에 대한 진단 보조를 요청하는 진단 보조 요청에 기초하여 질병 유무 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[897] 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 대상 안저 이미지에 기초하여 환자의 관상동맥 질병 해당 여부를 나타내는 질병 유무 정보를 획득하는 신경망 모델을 이용하여, 질병 유무 정보 또는 질병 유무 정보 및 타 정보를 획득할 수 있다. 또 예컨대, 진단부는 제어부 또는 프로세서를 통하여 신경망 모델로부터 안저 이미지에 대한 대상 심혈관 질병의 유무 정보를 획득할 수 있다.

[898] 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 대상 질병에 대한 질병 유무 정보에 기초하여 유추된 정보를 더 획득할 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 미리 정해진 연관관계에 기초하거나 안저 이미지 외의 입력 값을 함께 고려하여, 대상 심혈관 질병이 아닌 타 질병에 대한 위험도 등을 더 획득할 수 있다.

[899]

[900] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5025)는 대상 심혈관 질병에 대한 질병 유무 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는 단계는 대상 심혈관 질병에 대한 질병 유무 정보 및 타 정보를 함께 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 예컨대, 진단 보조 정보를 출력하는 단계는 질병 유무 정보 및 유추된 정보를 함께 출력할 수 있다.

[901] 예컨대, 진단 보조 정보 출력 모듈은 대상 심혈관 질병에 대한 질병 유무 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈은 대상 심혈관 질병에 대한 질병 유무 정보 및 타 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈은 외부 장치로 질병 유무 정보를 전송하거나, 사용자가 인지 가능한 형태로 질병 유무 정보를 출력할 수 있다. 또 예컨대, 진단부는 질병 유무 정보가 사용자에게 제공되도록, 표시부 또는 출력부로 질병 유무 정보를 포함하는 진단 보조 정보를 전달할 수 있다.

[902]

[903] 2.3.5.3 신경망 모델을 이용한 등급 판단

[904] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병의 위험도를 지시하는 등급 정보를 획득하도록 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법이 제공될 수 있다. 이하에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조 방법 등은 진단부, 제어부 또는 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

[905]

[906] 도 45는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 45를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 진단 요청을 획득하는 단계(S5031), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 등급 정보를 획득하는 단계(S5033) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5035)를 포함할 수 있다.

[907]

- [908] 진단 요청을 획득하는 단계(S5031)는 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 진단 요청을 획득하는 단계에는 위험군 선별과 관련하여 전문화된 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [909] 진단 요청을 획득하는 단계(S5031)는 진단 대상 안저 이미지 및 대상 심혈관 질병에 대한 정보를 포함하는 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 진단 요청을 획득하는 단계(S5031)는 환자의 대상 심혈관 질병과 관련된 등급 정보를 요청하는 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 진단 요청을 획득하는 단계(S5031)는 등급 정보 및 타 정보를 요청하는 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [910] 예컨대, 진단 요청 획득 모듈은 대상 안저 이미지 및 대상 안저 이미지에 따른 관상동맥 질환의 진단 보조 정보를 요청하는 진단 요청을 획득할 수 있다. 진단부는 사용자 입력부, 사용자 인터페이스 등을 통하여 대상 안저 이미지에 대한 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [911]
- [912] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 등급 정보를 획득하는 단계(S5033)는 등급 정보를 요청하는 진단 요청이 획득되면, 대상 안저 이미지로부터 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 대상 심혈관 질병에 대한 등급 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 등급 정보를 획득하는 것은, 진단 요청에 포함된 등급 정보 요청을 식별하고, 등급 정보를 요청하는 진단 요청에 응답하여 대상 심혈관 질병에 대한 등급 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [913] 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 대상 안저 이미지에 기초하여 환자의 관상동맥 질병에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보를 획득하는 신경망 모델을 이용하여, 등급 정보 또는 등급 정보 및 타 정보를 획득할 수 있다. 또 예컨대, 진단부는 제어부 또는 프로세서를 통하여 신경망 모델로부터 안저 이미지에 대한 대상 심혈관 질병의 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [914] 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 대상 질병에 대한 등급 정보에 기초하여 유추된 정보를 더 획득할 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 미리 정해진 연관 관계 또는 안저 이미지 외의 입력 값을 함께 고려하여, 대상 심혈관 질병이 아닌 타 질병에 대한 위험도 등을 더 획득할 수 있다.
- [915]
- [916] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5035)는 대상 심혈관 질병에 대한 등급 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5035)는 대상 심혈관 질병에 대한 등급 정보 및 타 정보를 함께 출력하는 것을 더 포함할 수 있다. 예컨대, 진단 보조 정보를 출력하는 단계는 등급 정보 및 등급 정보를 이용하여 유추된 정보를 함께 출력할 수 있다.
- [917] 예컨대, 진단 보조 정보 출력 모듈은 대상 심혈관 질병에 대한 등급 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈은 대상 심혈관 질병에 대한 등급 정보

및 타 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈은 등급 정보를 외부 장치로 전송하거나, 사용자가 인지 가능한 형태로 출력할 수 있다. 또 예컨대, 진단부는 등급 정보가 사용자에게 제공되도록, 표시부 또는 출력부로 등급 정보를 포함하는 진단 보조 정보를 전달할 수 있다.

[918]

[919] 2.3.5.4 수치 예측 신경망 점수 예측

[920] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병과 관련된 점수를 획득하도록 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 방법이 제공될 수 있다. 이하에서 설명하는 심혈관 질병의 진단 보조 방법 등은 진단부, 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다.

[921]

[922] 도 46은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 46을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 진단 요청을 획득하는 단계(S5041), 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 점수 정보를 획득하는 단계(S5043) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5045)를 포함할 수 있다.

[923]

[924] 진단 요청을 획득하는 단계(S5041)는 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 진단 요청을 획득하는 단계에는 위험군 선별과 관련하여 전문화된 내용이 유사하게 적용될 수 있다.

[925] 진단 요청을 획득하는 단계(S5041)는 진단 대상 안저 이미지 및 대상 심혈관 질병에 대한 정보를 포함하는 진단 요청, 환자의 대상 심혈관 질병과 관련된 점수 정보를 요청하는 진단 요청 또는 점수 정보 및 타 정보를 요청하는 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[926] 예컨대, 진단 요청 획득 모듈은 대상 안저 이미지 및 대상 안저 이미지에 따른 관상동맥 칼슘 점수를 요청하는 진단 요청을 획득할 수 있다.

[927]

[928] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 점수 정보를 획득하는 단계(S5043)는 점수 정보를 요청하는 진단 요청이 획득되면, 대상 안저 이미지로부터 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 대상 심혈관 질병에 대한 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 점수 정보를 획득하는 것은, 진단 요청에 포함된 점수 정보 요청을 획득하고, 요청되는 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[929] 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하고 대상 안저 이미지에 기초하여 환자의 관상동맥질환 위험도를 판단하기 위한 관상동맥 칼슘 점수를 획득할 수 있다. 또 예컨대, 진단부는 제어부 또는 프로세서를 통하여 신경망 모델로부터 안저 이미지에 대한 대상

심혈관 질병과 관련된 심혈관 질병 진단 보조 점수 정보를 획득할 수 있다.

- [930] 심혈관 질병 진단 보조 모듈은 점수 정보와 연관된 추가 정보 또는 안저 이미지 외의 입력 값을 함께 고려하여 얻어진 추가 진단 보조 정보를 획득할 수도 있다.
- [931]
- [932] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S5045)는 대상 심혈관 질병에 대한 점수 정보 및/또는 타 정보(예컨대, 타 질병에 대한 진단 보조 정보 또는 대상 심혈관 질병에 대한 등급 또는 질병 유무 정보)를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈 또는 진단부는 대상 심혈관 질병에 대한 점수 정보 및/또는 타 정보를 출력할 수 있다.
- [933]
- [934] 2.3.6 진단 보조 정보의 출력
- [935] 진단 보조 신경망 모델을 통하여 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보는 출력될 수 있다. 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보는 사용자에게 제공될 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 클라이언트 장치, 모바일 장치, 진단 장치, 출력부 등은 사용자가 인식 가능한 형태로 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [936] 심혈관 질병 진단 보조 정보는 시각 및/또는 청각 데이터 형태로 출력될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 정보는 사용자 인터페이스를 통하여 출력될 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 도 29 및 30과 관련하여 전술한 사용자 인터페이스를 통하여 출력될 수 있다.
- [937] 심혈관 질병 진단 보조 정보는 외부 장치로 출력될 수 있다. 예컨대, 진단 장치, 서버 장치, 진단부 등은 유선 또는 무선 통신을 통하여, 획득된 심혈관 질병의 진단 보조 정보를 외부 장치로 전송할 수 있다. 또는, 심혈관 질병 진단 보조 정보는 메모리 또는 서버에 저장될 수 있다.
- [938]
- [939] 신경망 모델을 통하여 획득된 진단 보조 정보로부터 얻어진 2차 정보가 출력될 수 있다. 진단 보조 정보로부터 얻어지는 2차 정보는 심혈관 질병 등에 대한 진단을 보다 구체적으로 보조하기 위한 정보일 수 있다. 예컨대, 진단 보조 정보로부터 얻어지는 2차 정보는, 이하에서 설명하는 처방 정보, 지시 정보, 예측 정보 등으로 구현될 수 있다.
- [940] 본 명세서에서 설명하는 진단 보조 정보는, 신경망 모델을 통하여 획득된 1차 진단 보조 정보 및/또는 1차 진단 보조 정보로부터 얻어진 2차 진단 보조 정보를 아우르는 것으로 이해될 수 있다.
- [941] 진단 보조 정보에 기초하여, 처방 정보가 획득될 수 있다. 예컨대, 사용자에게 투여할 의약의 종류, 투약 시기 및 의약의 투여량 등을 포함하는 처방 정보가 포함될 수 있다. 예컨대, 처방 정보는 항고 지질혈증제의 처방 정보를 포함할 수 있다. 처방 정보는, 고지혈증 약물, 고혈압 약물, 항혈전 약물 등 대상 심혈관 질병과 관련하여 피검체에게 처방될 수 있는 약물 정보를 포함할 수 있다.
- [942] 처방 정보는 진단 보조 정보에 매칭되도록 미리 저장될 수 있다. 처방 정보는

진단 보조 정보에 따른 사용자의 처방 행위가 저장된 데이터베이스를 이용하여 결정될 수 있다.

- [943] 처방 정보는 진단 보조 정보에 따른 사용자의 처방 행위 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 학습된 신경망 모델을 통하여 획득될 수 있다. 구체적인 예로, 진단 보조 정보 출력에 응답하여 사용자로부터 입력된 처방 데이터를 획득하고, 진단 보조 정보에 처방 데이터 라벨이 부여된 처방 정보 학습 데이터를 획득하고, 획득된 처방 정보 학습 데이터를 이용하여 진단 보조 정보를 입력으로 하여 처방 정보를 출력하도록 학습된 처방 보조 신경망 모델이 제공될 수 있다. 처방 보조 신경망 모델을 이용하여 획득된 처방 정보는 진단 보조 정보와 함께 또는 별도로 사용자에게 제공될 수 있다.

[944]

- [945] 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 지시 정보가 출력될 수 있다. 지시 정보는 의료적 처치 방법에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예컨대, 진단 보조 정보에 기초하여, 사용자에게 환자에게 적절할 것으로 예상되는 적어도 하나의 후보 조치를 제공하기 위한 지시 정보가 획득될 수 있다. 지시 정보는 다음 내원 시기, 전원할 병원의 제안, 권유되는 수술 내지 처치 등의 조치 등을 지시할 수 있다. 지시 정보는 진단 보조 정보에 매칭되도록 미리 저장될 수 있다. 지시 정보는 진단 보조 정보에 따른 사용자의 지시 행위가 저장된 데이터베이스를 이용하여 결정될 수 있다.

- [946] 예컨대, 지시 정보는 피검체에게 권유되는 생활 습관, 운동 처방등 대상 심혈관 질병과 관련된 관리 가이드라인 정보를 포함할 수 있다.

- [947] 지시 정보는 진단 보조 정보에 따른 지시 행위 정보를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 학습된 신경망 모델을 통하여 획득될 수 있다. 구체적인 예로, 사용자에게 진단 보조 정보를 제공하는 것에 응답하여 사용자로부터 입력된 지시 데이터를 획득하고, 진단 보조 정보에 따른 지시 데이터 라벨이 부여된 지시 정보 학습 데이터를 획득하고, 획득된 지시 정보 데이터베이스를 이용하여 진단 보조 정보를 입력으로 하여 지시 정보를 출력하도록 학습된 지시 보조 신경망 모델이 제공될 수 있다. 지시 보조 신경망 모델을 이용하여 획득된 지시 정보는 진단 보조 정보와 함께 또는 별도로 사용자에게 제공될 수 있다.

[948]

- [949] 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 예측 정보가 출력될 수 있다. 예측 정보는 피검체의 대상 심혈관 질병과 관련된 예후에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예컨대, 예측 정보는, 피검체의 대상 심혈관 질병과 관련하여 향후 5년 내 사망 확률 또는 향후 10년 내 사망 확률을 나타내는 사망 확률 정보를 포함할 수 있다.

[950]

- [951] 일 예에 따르면, 예측 정보와 지시 정보 또는 처방 정보는 함께 제공될 수 있다. 예컨대, 2차 정보는 특정 지시 정보 및 처방 정보와 함께, 해당 정보에서 지시하는 후속 절차가 수행된 경우의 예측 정보를 포함할 수 있다.

- [952] 예를 들어, 2차 정보는, 피검체가 약물을 복용하지 않은 경우의 피검체의 사망 확률을 포함하는 제1 예측 정보 및 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보에 따라 결정된 처방 정보에 따라 약물이 권장량 투여된 경우에 피검체의 사망 확률을 포함하는 제2 예측 정보를 포함할 수 있다.
- [953] 다른 예를 들어, 2차 정보는 피검체가 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보에 따라 결정된 지시 정보에 따른 가이드라인을 준수한 경우의 사망 확률 또는 사망 확률 감소에 대한 예측 정보를 포함할 수도 있다.
- [954] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조 정보는 출력된 진단 보조 정보와 관련된 CAM을 포함할 수 있다. 신경망 모델로부터 1차 진단 보조 정보와 함께 또는 1차 진단 보조 정보로서, CAM(class activation map)이 획득될 수 있다. CAM(class activation map)이 획득되는 경우, CAM의 시각화된 이미지가 출력될 수 있다. CAM은 전문화된 사용자 인터페이스를 통하여 사용자에게 제공될 수 있다. CAM은 사용자 선택에 따라 제공될 수 있다. CAM 이미지는 안저 이미지와 함께 제공될 수 있다. CAM 이미지는 안저 이미지와 중첩되어 제공될 수 있다.
- [955] 구체적인 예로, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병에 대한 진단을 보조하는 진단 보조 시스템이, 대상 안저 이미지를 획득하는 안저 이미지 획득부, 대상 안저 이미지를 혈관이 강조되도록 처리하는 전처리부, 전처리된 이미지에 기초하여 환자에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 진단 보조부 및 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 출력부를 포함하는 경우에, 진단 보조부는 심혈관 질병 진단 보조부와 관련된 CAM을 획득하고, 출력부는 획득된 CAM을 대상 안저 이미지에 중첩하여 출력할 수 있다.
- [956] 다시 말해, 사용자에게 진단 보조 정보를 제공하는 방법은, 촬영된 이미지(즉 원본 이미지)에 대응되는 제1 이미지 및 제2 이미지를 제1 이미지에 포함된 대상 요소(예컨대, 혈관)가 강조되도록 재구성하여 획득된 제2 이미지(예컨대, 혈관 강조 이미지 또는 혈관 추출 이미지)에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여 획득된 CAM이미지인 제3 이미지를 획득하고, 제1 이미지와 제3 이미지를 중첩하여 표시하는 것을 포함할 수 있다.
- [957]
- [958] 도 47은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 정보 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 47을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 방법은 심혈관 질병 진단 보조 정보와 관련된 클래스 액티베이션 맵 또는 클래스 액티베이션 맵으로부터 안저 이미지에 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보와 관련된 영역을 표시하기 위한 피쳐 맵을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 클래스 액티베이션 맵 또는 피쳐 맵은 사용자에게 시각 정보 형태로 제공될 수 있다.
- [959] 도 47의 (a)는 본 명세서에서 설명하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델에 의하여 획득된 클래스 액티베이션 맵을 개략적으로 도시한 것이다. 클래스 액티베이션 맵은 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델로부터 출력된 진단 보조 정보가 추론된 근거를 시각화하기 위하여 이용되는 특징 맵을 의미할 수 있다.

클래스 액티베이션 맵은 출력 정보와의 연관성을 나타내는 활성 값이 부여된 픽셀들을 포함할 수 있다. 클래스 액티베이션 맵에 포함되는 픽셀들은 색상 값을 가질 수 있다. 색상 값은 활성 값에 따라 결정될 수 있다. 예컨대, 도 47의 (a)에서, 진하게 표시된 영역(또는 특정 색상을 가지는 영역)은 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델에 의하여 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보와 강하게 연관된 영역일 수 있다.

[960] 도 47의 (b)는 도 47의 (a)에서 예시하는 클래스 액티베이션 맵으로부터 획득된 피쳐 맵을 개략적으로 도시한 것이다. 피쳐 맵은 클래스 액티베이션 맵으로부터 심혈관 질병 진단 보조 정보와의 연관성이 임계치 이상인 영역만을 추출하여 생성될 수 있다. 다시 말해, 피쳐 맵은 클래스 액티베이션 맵으로부터, 그 활성 값이 임계치 이상인 픽셀들에 기초하여 생성될 수 있다.

[961] 피쳐 맵은 시각적으로 강조되는 강조 영역을 포함할 수 있다. 예컨대, 도 47의 (b)를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 피쳐 맵은, 도 47의 (a)에서 도시하는 클래스 액티베이션 맵으로부터 활성 값이 기준값 이상인 픽셀들에 기초하여 획득된 제1 강조 영역(H1) 및 제2 강조 영역(H2)을 포함할 수 있다.

[962]

[963] 도 48은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 정보 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 48을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 방법은 클래스 액티베이션 맵 또는 피쳐 맵을 안저 이미지에 중첩하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지 및 안저 이미지에 중첩된 클래스 액티베이션 맵 또는 피쳐 맵은 사용자에게 시각 정보 형태로 제공될 수 있다.

[964] 도 48의 (a)는 안저 이미지에 중첩된 클래스 액티베이션 맵의 일 예를 도시한 것이다. 안저 이미지에 중첩된 클래스 액티베이션 맵은 안저 이미지에 포함된 픽셀들에 대한 출력된 진단 보조 정보와의 연관성을 시각적으로 나타낼 수 있다.

[965] 도 48의 (b)는 안저 이미지에 중첩된 피쳐 맵의 일 예를 도시한 것이다. 피쳐 맵에 포함된 강조 영역(H1, H2)은 안저 이미지에 소정 영역을 시각적으로 강조할 수 있다. 피쳐 맵에 포함된 강조 영역(H1, H2)은 출력된 진단 보조 정보와 강하게 연관된 영역을 시각적으로 강조할 수 있다.

[966] 도 47 또는 도 48의 (a) 또는 (b)와 같이 진단 보조 정보와 관련된 영역이 표시되는 시각 정보를 사용자에게 제공할 경우, 사용자가 안저 이미지로부터 출력된 진단 보조 정보의 도출 근거가 되는 영역을 보다 명확히 인지하도록 할 수 있다. 예컨대, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여 피검체가 관상동맥질환 위험군에 속함을 나타내는 위험 정보가 획득된 경우, 사용자에게 위험 정보와 연관된 클래스 액티베이션 맵, 피쳐 맵 또는 클래스 액티베이션 맵 또는 피쳐 맵이 중첩된 안저 이미지를 제공함으로써, 사용자가 관상동맥 질환과 연관이 있는 혈관 부위를 파악하는데 소요되는 시간이 단축될 수 있다.

[967] 여기에서는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 이러한 내용은 심혈관계 질병뿐 아니라 다양한 질병에 확대

적용될 수 있다.

[968]

[969] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 출력되는 진단 보조 정보는 변경될 수 있다. 출력되는 진단 보조 정보는 신경망 모델의 정확도 또는 신경망 모델의 학습에 이용된 학습 데이터 수에 따라 변경될 수 있다.

[970] 예컨대, 진단 보조 정보 획득에 이용되는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 정확도가 증가함에 따라, 출력되는 진단 보조 정보는 질병 유무 정보에서 등급 정보로 변경될 수 있다. 또는, 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 정확도가 증가함에 따라, 출력되는 진단 보조 정보는 등급 정보에서 점수 정보로 변경될 수 있다.

[971] 또 예컨대, 진단 보조 정보 획득에 이용되는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습에 이용된 학습 데이터의 수가 증가함에 따라, 출력되는 진단 보조 정보는 질병 유무 정보에서 등급 정보로 변경될 수 있다. 또는, 출력되는 진단 보조 정보는 등급 정보에서 점수 정보로 변경될 수 있다.

[972]

[973] 사용자에게 제공되는 진단 보조 정보는 구간 별로 달리 결정될 수 있다. 진단 보조 정보 출력 타입 결정의 기준이 되는 구간은 변경될 수 있다. 일 예로, 신경망 모델로부터 획득되는 진단 보조 정보가 점수 정보를 포함하는 경우, 사용자에게 제공되는 진단 보조 정보의 타입은 점수 정보의

[974] 예컨대, 점수 정보를 출력하는 신경망 모델에 이용되는 학습 데이터에 포함된 데이터가 점수 라벨 값에 대하여 균일하지 않은 데이터를 포함하는 경우, 신경망 모델의 출력 정확도가 점수 값에 따라 상이할 수 있다. 이러한 점을 고려하였을 때, 정확도가 충분히 확보된 점수 구간에 대하여는 점수 값을 출력하되, 그렇지 않은 구간에 대하여는 등급을 출력하는 것이 사용자의 판단에 보다 유용할 수 있다.

[975] 구체적인 예로, 안저 이미지에 기초하여 점수 정보를 출력하는 신경망 모델을 이용하여 점수 정보를 획득하는 경우, 획득된 점수 정보가 제1 점수 구간에 포함되는 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 점수 정보이고, 획득된 점수 정보가 제2 점수 구간에 포함되는 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 등급 정보일 수 있다. 이때, 신경망 모델은 제1 점수 구간에서의 출력 정보의 정확도 보다 제2 점수 구간에서의 출력 정보의 정확도가 낮게 학습된 신경망 모델일 수 있다.

[976]

[977] 2.4 병렬 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조

[978] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조에 있어서, 전술한 병렬 트레이닝 프로세스 및 병렬 진단 프로세스가 이용될 수 있다. 이하의 내용에 대하여, 특별한 언급이 없는 한 전술한 복수 라벨 대한 진단 보조 시스템에 대한 내용이 유추 적용될 수 있다.

[979]

- [980] 2.4.1 심혈관 질병에 대한 병렬 진단 보조 시스템
- [981] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 심혈관 질병에 대한 병렬 진단 보조 시스템이 제공될 수 있다. 심혈관 질병에 대한 병렬 진단 보조 시스템은 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 복수의 신경망 모델을 학습시키거나 학습된 복수의 신경망 모델을 이용하여 복수의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [982] 예컨대, 병렬 진단 보조 시스템은 입력된 안저 이미지에 기초하여 환자의 심혈관 질병 진단에 이용되는 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델 및 환자의 비-심혈관 질병 진단에 이용되는 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습시키고, 학습된 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 이용하여 환자의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [983]
- [984] 도 49는 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 49를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템은 학습 장치(1001), 진단 장치(2001) 및 클라이언트 장치(3001)를 포함할 수 있다.
- [985] 도 49를 참조하면, 학습 장치(1001)는 제1 신경망 모델을 학습하는 제1 학습부(101a) 및 제2 신경망 모델을 학습하는 제2 학습부(101b)를 포함할 수 있다. 도 49를 참조하면, 진단 장치(2001)는 제1 진단부(201a) 및 제2 학습부(201b)를 포함할 수 있다. 도 49를 참조하면, 클라이언트 장치(3001)는 촬상부(301) 및 출력부(303)를 포함할 수 있다.
- [986] 제1 학습부(101a) 및 제2 학습부(101b)는 물리적으로 구분되거나, 논리적으로 구분되되 하나의 프로세서에서 구동되거나 하나의 메모리에 저장되는 구성일 수 있다. 학습 장치(1001)는 2개 이상의 학습부를 포함할 수도 있다.
- [987]
- [988] 도 50은 본 발명의 일 실시예에 따른 병렬 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 50을 참조하면, 병렬 진단 보조 시스템은 제1 학습 장치(1001a), 제2 학습 장치(1001b), 제1 진단 장치(2001a), 제2 진단 장치(2001b) 및 클라이언트 장치(3001)를 포함할 수 있다. 제1 학습부(101a) 및 제2 학습부(101b)는 물리적으로 구분되거나, 논리적으로 구분되되 하나의 프로세서에서 구동되거나 하나의 메모리에 저장되는 구성일 수 있다. 학습 장치(1001)는 2개 이상의 학습부를 포함할 수도 있다.
- [989] 도 50을 참조하면, 제1 학습 장치(1001a)는 제1 학습부(101a)를 포함하고 제2 학습 장치(1001b)는 제2 학습부(101b)를 포함할 수 있다. 도 50을 참조하면, 제1 진단 장치(2001a)는 제1 진단부(201a)를 포함하고, 제2 진단 장치(2001b)는 제2 진단부(201b)를 포함할 수 있다. 클라이언트 장치(3001)는 촬상부(301) 및 출력부(303)를 포함할 수 있다.
- [990]
- [991] 제1 학습부(101a)는 제1 학습 데이터를 획득하고, 제2 학습부(101b)는 제2 학습

데이터를 획득할 수 있다. 제1 학습부(101a)는 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.

- [992] 일 예로, 제1 학습부(101a)는 제1 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 제1 타입 정보를 포함하는 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 제1 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 제2 타입 정보를 포함하는 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [993] 구체적인 예로, 제1 학습부(101a)는 관상동맥 질환에 영향을 미치는 심장 석회화 정도를 판단하기 위한 칼슘 점수 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 관상동맥 질환의 위험도를 나타내는 등급 정보인 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [994] 다른 예로, 제1 학습부(101a)는 제1 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 제2 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보인 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [995] 구체적인 예로, 제1 학습부(101a)는 관상동맥 질환에 영향을 미치는 심장 석회화 정도를 판단하기 위한 칼슘 점수 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 당뇨에 대한 위험성을 나타내는 등급 정보인 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [996] 또 다른 예로, 제1 학습부(101a)는 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 심혈관 질병이 아닌 질병(예컨대, 안질환)에 대한 진단 보조 정보인 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [997] 구체적인 예로, 제1 학습부(101a)는 관상동맥 질환에 영향을 미치는 심장 석회화 정도와 관련된 등급 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 녹내장 위험도를 나타내는 등급 정보를 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [998]
- [999] 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 획득할 수 있다. 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1000] 일 예로, 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제1 타입 정보를 포함하는 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제2 타입 정보를 포함하는 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

- [1001] 구체적인 예로, 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환에 영향을 미치는 심장 석회화 정도를 판단하기 위한 칼슘 점수 정보를 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환의 위험도를 나타내는 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [1002] 다른 예로, 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 제2 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보인 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1003] 구체적인 예로, 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환에 영향을 미치는 심장 석회화 정도를 판단하기 위한 칼슘 점수 정보를 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 당뇨에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [1004] 또 다른 예로, 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보인 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병이 아닌 질병(예컨대, 안질환)에 대한 진단 보조 정보인 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1005] 구체적인 예로, 제1 진단부(201a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환에 영향을 미치는 심장 석회화 정도를 판단하기 위한 칼슘 점수 정보를 정보를 획득하고, 제2 진단부(201b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 녹내장에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [1006] 제1 진단부(201a) 및 제2 진단부(201b)는 물리적으로 구분되거나, 논리적으로 구분되되, 하나의 프로세서에서 구동되거나 하나의 메모리에 저장되는 구성일 수 있다. 진단 장치는 2 개 이상의 진단부를 포함할 수도 있다.
- [1007] 진단 장치는 복수의 진단 모듈을 포함하는 진단부를 포함할 수도 있다. 이와 관련하여서는, 후술하는 심혈관 질병에 대한 병렬 진단 보조 항목에서 보다 상세히 설명한다.
- [1008]
- [1009] 클라이언트 장치는 안저 이미지를 획득하는 촬상부(301)를 포함할 수 있다. 클라이언트 장치는 촬상부를 통하여 획득된 대상 안저 이미지를 진단 장치로 전달하고, 진단 장치로부터 대상 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1010] 클라이언트 장치는 출력부(303)를 통하여, 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 사용자에게 제공할 수 있다. 클라이언트 장치는 출력부(303)를 통하여, 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 시각 및/또는 청각 데이터 형태로 사용자에게 제공할 수 있다.
- [1011]
- [1012] 도 49 및 도 50에서는 학습 장치, 진단 장치 및 클라이언트 장치를 포함하는 진단 보조 시스템에 의하여 복수의 심혈관 질병 진단 보조 신경망을 학습하는

경우를 기준으로 설명하였으나, 본 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다. 복수의 심혈관 질병 진단 보조 신경망의 학습은, 하나 이상의 장치를 포함하는 다양한 형태의 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[1013]

[1014] 도 51은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 51을 참조하면, 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 방법은, 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S410), 제1 타입 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S430), 제2 타입 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S450) 및 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S470)를 포함할 수 있다.

[1015] 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S410)는 피검체의 안저를 촬상한 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1016] 제1 타입 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S430)는 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 기초하여 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 제1 타입 진단 보조 정보를 획득하도록 학습된 제1 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 제1 타입 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1017] 제2 타입 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S450)는 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 기초하여 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 제2 타입 진단 보조 정보를 획득하도록 학습된 제2 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 제2 타입 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1018] 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S470)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보에 기초하여, 피검체에 대한 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[1019] 2 타입 진단 보조 정보는, 제1 신경망 모델과 적어도 일부 상이한 제2 신경망 모델을 통하여, 제1 타입 진단 보조 정보와 다른 차원을 가지는 정보로 획득될 수 있다.

[1020] 제1 신경망 모델은, 안저 이미지를 대상 심혈관 질병에 대한 위험도를 나타내는 복수의 등급 정보로 분류하도록 학습된 신경망 모델일 수 있다. 이때, 제1 타입 진단 보조 정보는 복수의 등급 정보 중 선택된 등급 정보일 수 있다.

[1021] 제2 신경망 모델은, 안저 이미지에 따른 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값인 점수 정보를 예측하도록 학습된 신경망 모델일 수 있다. 이때, 제2 타입 진단 보조 정보는 점수 정보일 수 있다.

[1022] 제1 신경망 모델은 안저 이미지를 대상 심혈관 질병에 대하여 정상군에 속함을 나타내는 정상 정보 또는 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 비정상 정보로 분류하도록 학습될 수 있다.

[1023] 제1 타입 진단 보조 정보는 피검체의 대상 심혈관 질병에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보일 수 있다.

- [1024] 제1 신경망 모델은, 안저 이미지를 복수의 진단 보조 정보에 대하여 다중 분류하도록 마련되고, 제2 신경망 모델은, 안저 이미지를 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 대하여 이진 분류하도록 마련될 수 있다.
- [1025] 제1 타입 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값인 점수 정보, 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 비정상 정보 중 어느 하나일 수 있다.
- [1026] 제2 타입 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값인 점수 정보, 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 비정상 정보 중 제1 타입 진단 보조 정보와 다른 어느 하나일 수 있다.
- [1027] 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환일 수 있다.
- [1028] 제1 타입 진단 보조 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내기 위한 복수의 등급 정보 중 선택된 관상동맥 질환 등급 정보일 수 있다. 이때, 제2 타입 진단 보조 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 판단하는데 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보일 수 있다.
- [1029]
- [1030] 도 52는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 52를 참조하면, 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S470)는, 제1 타입 진단 보조 정보와 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 단계(S471) 및 제1 타입 진단 보조 정보와 제2 타입 진단 보조 정보의 매칭 여부에 따라 결정된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S473)를 포함할 수 있다.
- [1031] 제1 타입 진단 보조 정보와 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 단계(S471)는
- [1032] 제1 타입 진단 보조 정보와 제2 타입 진단 보조 정보의 매칭 여부에 따라 결정된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S473)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 제1 타입 진단 보조 정보 또는 제2 타입 진단 보조 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [1033] 결정된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S473)는, 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나의 진단 보조 정보를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [1034] 결정된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S473)는, 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나의 진단 보조 정보인 기준 진단 보조 정보 및 기준 진단 보조 정보에 매칭되도록 보정된 다른 하나의 진단 보조 정보를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 것을 더 포함할

수 있다.

- [1035] 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 것은, 미리 마련된 제1 타입 정보-제2 타입 정보 매칭 테이블을 이용하여 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 것을 포함할 수 있다.
- [1036] 상술한 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 방법을 실행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체의 형태로 제공될 수 있다.
- [1037]
- [1038] 도 53은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 53을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 보조 장치(6000)는, 안저 이미지 획득부(6100), 제1 타입 진단 보조 정보 획득부(6300), 제2 타입 진단 보조 정보 획득부(6500) 및 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6700)를 포함할 수 있다.
- [1039] 안저 이미지 획득부(6100)는 피검체의 안저를 촬상한 대상 안저 이미지를 획득할 수 있다.
- [1040] 제1 타입 진단 보조 정보 획득부(6300)는 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 기초하여 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 제1 타입 진단 보조 정보를 획득하도록 학습된 제1 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 제1 타입 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1041] 제2 타입 진단 보조 정보 획득부(6500)는 대상 안저 이미지에 기초하여, 안저 이미지에 기초하여 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 제2 타입 진단 보조 정보를 획득하도록 학습된 제2 신경망 모델을 통하여, 대상 안저 이미지에 따른 제2 타입 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1042] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6700)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보에 기초하여, 피검체에 대한 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1043] 제2 타입 진단 보조 정보는, 제1 신경망 모델과 적어도 일부 상이한 제2 신경망 모델을 통하여, 제1 타입 진단 보조 정보와 다른 차원을 가지는 정보로 획득될 수 있다.
- [1044] 제1 신경망 모델은, 안저 이미지를 복수의 진단 보조 정보에 대하여 다중 분류하도록 마련되고, 제2 신경망 모델은, 안저 이미지를 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 대하여 이진 분류하도록 마련될 수 있다.
- [1045] 제1 타입 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값인 점수 정보, 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 비정상 정보 중 어느 하나일 수 있다.
- [1046] 제2 타입 진단 보조 정보는 대상 심혈관 질병에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보, 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값인 점수 정보, 대상 심혈관

질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 비정상 정보 중 제1 타입 진단 보조 정보와 다른 어느 하나일 수 있다.

- [1047] 제1 신경망 모델은, 안저 이미지를 대상 심혈관 질병에 대한 위험도를 나타내는 복수의 등급 정보로 분류하도록 학습된 신경망 모델일 수 있다. 이때, 제1 타입 진단 보조 정보는 복수의 등급 정보 중 선택된 등급 정보일 수 있다.
- [1048] 제2 신경망 모델은, 안저 이미지에 따른 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 수치 값인 점수 정보를 예측하도록 학습된 신경망 모델일 수 있다. 이때, 제2 타입 진단 보조 정보는 점수 정보일 수 있다.
- [1049] 제1 신경망 모델은 안저 이미지를 대상 심혈관 질병에 대하여 정상군에 속함을 나타내는 정상 정보 또는 대상 심혈관 질병에 대하여 위험군에 속함을 나타내는 비정상 정보로 분류하도록 학습될 수 있다. 제1 타입 진단 보조 정보는 피검체의 대상 심혈관 질병에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보일 수 있다.
- [1050] 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환일 수 있다. 제1 타입 진단 보조 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내기 위한 복수의 등급 정보 중 선택된 관상동맥 질환 등급 정보일 수 있다. 제2 타입 진단 보조 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 판단하는데 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보일 수 있다.
- [1051]
- [1052] 도 54는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 54를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6701)는 진단 보조 정보 매칭 여부 판단부(6711) 및 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(6731)를 포함할 수 있다.
- [1053] 진단 보조 정보 매칭 여부 판단부(6711)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단할 수 있다.
- [1054] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6731)는 제1 타입 진단 보조 정보와 제2 타입 진단 보조 정보의 매칭 여부에 따라 결정된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력할 수 있다.
- [1055]
- [1056] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6731)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 제1 타입 진단 보조 정보 또는 제2 타입 진단 보조 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1057] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6731)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나의 진단 보조 정보를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1058] 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(6731)는 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 제1 타입 진단 보조 정보 및 제2 타입 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나의 진단 보조 정보인 기준 진단 보조 정보 및

기준 진단 보조 정보에 매칭되도록 보정된 다른 하나의 진단 보조 정보를 포함하는 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 더 포함할 수 있다.

[1059]

[1060] 2.4.2 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 병렬 학습

[1061] 본 명세서에 따르면, 심혈관 질병의 진단 보조를 위하여, 둘 이상의 신경망 모델에 대하여 병렬적으로 학습하는 방법 및/또는 장치가 제공될 수 있다. 본 명세서에 따르면, 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보를 획득하는 신경망 모델을 포함하는 복수의 진단 보조 신경망 모델을 병렬적으로 학습하는 방법 및/또는 장치가 제공될 수 있다.

[1062]

[1063] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 병렬 학습은 학습 장치에 의해 수행될 수 있다.

[1064] 도 55는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치(1001)를 도시한 것이다. 도 55를 참조하면 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치(1001)는 제1 학습부(101a) 및 제2 학습부(101b)를 포함할 수 있다.

[1065] 제1 학습부(101a)는 제1 데이터 가공 모듈(111a), 제1 학습 모듈(131a) 및 제1 학습 결과 획득 모듈(115a)을 포함할 수 있다. 제2 학습부(101b)는 제2 데이터 가공 모듈(111b), 제2 학습 모듈(131b) 및 제2 학습 결과 획득 모듈(115b)을 포함할 수 있다.

[1066] 제1 학습부(101a)는 제1 안저 이미지 학습 데이터를 획득할 수 있다. 제1 데이터 가공 모듈(111a)은 제1 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 재구성할 수 있다. 제1 데이터 가공 모듈(111a)은 제1 학습 모듈에 의하여 획득하고자 하는 진단 보조 정보의 종류를 고려하여 안저 이미지를 적절히 재구성할 수 있다. 제1 데이터 가공 모듈(111a)은 안저 이미지의 혈관이 강조되도록 재구성할 수 있다. 제1 데이터 가공 모듈(111a)은 혈관이 강조된 안저 이미지를 획득할 수 있다.

[1067] 제2 학습부(101b)는 제2 안저 이미지 학습 데이터를 획득할 수 있다. 제2 데이터 가공 모듈(111b)은 제2 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 재구성할 수 있다. 제2 데이터 가공 모듈(111b)은 제2 학습 모듈에 의하여 획득하고자 하는 진단 보조 정보의 종류를 고려하여 안저 이미지를 적절히 재구성할 수 있다. 제2 데이터 가공 모듈(111b)은 안저 이미지를 혈관이 강조되도록 처리할 수 있다.

[1068] 제1 학습부(101a)는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다. 또는, 제1 학습 모듈은 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습 모듈은 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.

[1069] 예를 들어, 제1 학습부(101a)는 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 안저 이미지에 기초하여 제2 심혈관 질병과 관련된 진단 보조

정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.

- [1070] 구체적인 예로, 제1 학습부(101a)는 안저 이미지에 기초하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 점수 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 안저 이미지에 기초하여 고혈압과 관련된 점수 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1071] 다른 예를 들어, 제1 학습부(101a)는 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1072] 구체적인 예로, 제1 학습부(101a)는 안저 이미지에 기초하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 점수 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 안저 이미지에 기초하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 등급 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1073] 또 다른 예를 들어, 제1 학습부(101a)는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 타 질병과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1074] 구체적인 예로, 제1 학습부(101a)는 안저 이미지에 기초하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 등급 정보를 획득하는 제1 신경망 모델을 학습하고, 제2 학습부(101b)는 환자의 녹내장에 대한 위험도를 지시하는 등급 정보를 획득하는 제2 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1075] 도 55에서는 제1 학습부(101a) 및 제2 학습부(101b)가 하나의 학습 장치에 포함되는 경우를 기준으로 설명하였으나, 이는 예시일 뿐이며, 제1 학습부(101a) 및 제2 학습부(101b)는 각각 제1 학습 장치 및 제2 학습 장치에 포함될 수도 있다.
- [1076]
- [1077] 도 56은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 56을 참조하면, 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 서로 병렬적으로(또는 독립적으로) 학습될 수 있다.
- [1078] 도 56과 관련하여 설명하는 제1 신경망 모델의 학습을 위한 일련의 프로세스와 제2 신경망 모델의 학습을 위한 프로세스는 순차적으로 또는 적어도 일부 시간 간격 동안 동시에(concurrently) 수행될 수 있다.
- [1079] 도 56을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은, 제1 학습 데이터를 획득하는 단계(6010a), 제1 신경망 모델을 학습하는 단계(6030a), 제1 학습 결과를 획득하는 단계(6050a), 제2 데이터를 획득하는 단계(6010b), 제2 신경망 모델을 학습하는 단계(6030b) 및 제2 학습 결과를 획득하는 단계(6050b)를 포함할 수 있다.
- [1080] 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 서로 다른 계층 구조를 가지도록 마련될 수 있다. 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 서로 다른 진단 보조 정보를

출력할 수 있다. 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 서로 다른 입력 데이터를 이용하여 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.

- [1081] 제1 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 획득하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 제2 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 획득하도록 학습될 수 있다.
- [1082] 제1 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하도록 학습될 수 있다.
- [1083] 제1 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은 심혈관 질병이 아닌 타 질병과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하도록 학습될 수 있다.
- [1084]
- [1085] 제1 학습 데이터를 획득하는 단계(6010a), 제1 신경망 모델을 학습하는 단계(6030a) 및 제1 학습 결과를 획득하는 단계(6050a)는 순차적으로 수행될 수 있다.
- [1086] 제1 학습 데이터를 획득하는 단계(6010a)는 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 제1 데이터를 획득하는 단계는 심혈관 질병의 진단 보조를 위한 라벨이 포함된 안저 이미지 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1087] 제1 학습 데이터를 획득하는 것은 미리 마련된 데이터베이스로부터 선택된 소정의 기준을 만족하는 라벨링된 안저 이미지들을 포함하는 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 학습 데이터를 획득하는 것은 대상 질병 또는 대상 진단 보조 정보를 고려하여 선택된 안저 이미지 데이터를 포함하는 학습 데이터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1088] 제1 학습 데이터는 대상 심혈관 질병의 유무 라벨, 대상 심혈관 질병과 관련된 등급 라벨 및/또는 대상 심혈관 질병과 관련된 점수 라벨을 포함할 수 있다. 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지에는 질병 유무 라벨, 등급 라벨 및 점수 라벨 중 적어도 하나의 라벨이 부여되어 있을 수 있다.
- [1089] 학습 데이터에 포함되는 라벨은 신경망 모델에 의해 출력되는 진단 보조 정보와 동종일 수 있다. 일 예로, 제1 신경망 모델이 안저 이미지에 기초하여 점수 정보를 출력하는 신경망 모델인 경우, 제1 학습 데이터는 점수 라벨을 포함할 수 있다. 다른 예로, 제1 신경망 모델이 안저 이미지에 기초하여 등급 정보를 출력하는 경우, 제1 학습 데이터는 등급 라벨을 포함할 수 있다. 또 다른 예로, 제1 신경망 모델이 안저 이미지에 기초하여 질병 유무 정보를 출력하는 경우 제1 학습 데이터는 질병 유무 라벨을 포함할 수 있다. 다만, 이종의 정보간의 매칭 관계가 미리 마련되어 있는 경우에는 신경망 모델에 의해 출력되는 진단 보조 정보와 이종의 라벨을 포함하는 학습 데이터가 학습에 이용될 수도 있다.

[1090]

[1091] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은, 획득된 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 재구성하는 것을 더 포함할 수 있다. 안저 이미지 재구성은 선택적으로 수행될 수 있다.

[1092] 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 재구성하는 것은 안저 이미지에 포함된 혈관 성분이 강조되도록 하는 전처리를 수행하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지의 재구성 또는 전처리에 대하여는 본 명세서에서 전술한 내용이 유추 적용될 수 있다.

[1093] 다시 말해, 제1 신경망 모델은 촬영된 상태의 원본 안저 이미지 또는 혈관이 강조되도록 재구성된 이미지 중 적어도 하나를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다.

[1094]

[1095] 제1 신경망 모델을 학습하는 단계(6030a)는 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 입력 안저 이미지로 하여 획득된 진단 보조 정보를 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 비교하여 제1 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 제1 신경망 모델을 학습하는 단계(6030a)는 입력 안저 이미지에 기초하여 관상동맥질환과 관련된 등급 정보를 획득하고, 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 획득된 등급 정보를 비교하여 제1 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지에 부여된 라벨이 등급 정보와 이종인 경우 그 비교는 미리 마련된 매칭 테이블 또는 사용자에게 의해 지정된 매칭 관계를 이용하여 수행될 수 있다. 신경망 모델 학습에 대한 구체적인 내용은 본 명세서에서 전술한 내용이 유추 적용될 수 있다.

[1096]

[1097] 제1 학습 결과를 획득하는 단계(6050a)는 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 이용한 학습을 반복 수행한 결과 생성된 제1 신경망 모델의 파라미터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 제1 신경망 모델이 둘 이상의 서브 신경망 모델을 포함하는 앙상블 형태의 신경망 모델인 경우, 제1 학습 결과는 각각의 서브 신경망 모델에 대한 가중치 또는 최종 선택된 서브 신경망 모델을 포함할 수 있다.

[1098]

[1099] 제2 데이터를 획득하는 단계(6010b), 제2 신경망 모델을 학습하는 단계(6030b) 및 제2 학습 결과를 획득하는 단계(6050b)는 순차적으로 수행될 수 있다.

[1100] 제2 학습 데이터는 안저 이미지 또는 기타 입력 데이터를 포함할 수 있다. 제2 학습 데이터는 제1 학습 데이터와 일부 공통되거나 전부 구별되는 데이터를 포함할 수 있다.

[1101] 예를 들어, 제1 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병에 대한 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 신경망 모델은 심혈관 질병에 대한 제2 진단 보조 정보를 획득하는 경우, 제1 학습 데이터와 제2 학습 데이터는 적어도 일부

공통될 수 있다.

- [1102] 예컨대, 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 동일한 학습 데이터에 포함된 이종의 라벨을 이용하여 학습될 수 있다. 제1 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 점수 라벨을 이용하여 점수 정보를 출력하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 등급 라벨을 이용하여 등급 정보를 출력하도록 학습될 수 있다.
- [1103] 또 예컨대, 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 동일한 학습 데이터에 포함된 동종 라벨을 이용하여 학습될 수 있다. 제1 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 점수 라벨을 이용하여 점수 정보를 출력하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은, 학습 데이터에 포함된 점수 라벨 및 점수와 등급을 매칭하는 매칭 데이터를 이용하여, 등급 정보를 출력하도록 학습될 수 있다.
- [1104] 다른 예를 들어, 제1 신경망 모델은 안저 이미지에 기초하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 신경망 모델은 제2 심혈관 질병(또는 심혈관 질병 외의 타 질병)과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하는 경우, 제1 학습 데이터와 제2 학습 데이터는 일부 공통되거나 구분될 수 있다.
- [1105] 예컨대, 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 동일한 학습 데이터에 포함된 이종의 라벨을 이용하여 학습될 수 있다. 제1 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 관상동맥 질환과 관련된 진단 보조 라벨을 이용하여 관상동맥 질환을 진단하기 위한 진단 보조 정보를 출력하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은 학습 데이터에 포함된 고혈압 또는 녹내장의 진단을 위한 진단 보조 라벨을 이용하여 고혈압 진단을 위한 진단 보조 정보를 출력하도록 학습될 수 있다.
- [1106] 또 예컨대, 제1 신경망 모델과 제2 신경망 모델은 이종의 라벨을 포함하는 서로 다른 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다. 제1 신경망 모델은 관상동맥 질환과 관련된 진단 보조 라벨을 포함하는 제1 학습 데이터를 이용하여 관상동맥 질환을 진단하기 위한 진단 보조 정보를 출력하도록 학습되고, 제2 신경망 모델은 고혈압 또는 녹내장의 진단을 위한 진단 보조 정보를 포함하는 제2 학습 데이터를 이용하여 고혈압 진단을 위한 진단 보조 정보를 출력하도록 학습될 수 있다.
- [1107] 제1 학습 데이터와 제2 학습 데이터는 적어도 일부가 동일한 학습 데이터일 수 있고, 함께 또는 따로 획득될 수 있다. 구체적인 예로, 제1 데이터 및 제2 데이터는 미리 마련된 데이터 중 선택되고 적어도 일부 상이하게 결정된 학습 데이터일 수 있다.
- [1108]
- [1109] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은, 획득된 제2 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 재구성하는 것을 더 포함할 수 있다. 제2 신경망 모델은 재구성된 안저 이미지 또는 원본 안저 이미지에 기초하여 학습될 수 있다. 이미지의 재구성은 본 명세서에서 전술한 것과 유사하게 수행될 수 있다.
- [1110] 제2 학습 데이터에 포함된 안저 이미지는 제2 신경망 모델의 학습에 적합한

형태로 재구성될 수 있다. 제2 학습 데이터에 포함된 안저 이미지는 제2 신경망 모델에서 출력되는 진단 보조 정보의 정확도가 향상되도록 재구성될 수 있다.

- [1111] 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지와 제2 학습 데이터에 포함된 안저 이미지는 서로 달리 재구성될 수 있다. 예컨대, 제1 학습 데이터에 포함된 안저 이미지는 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득이 용이하도록 혈관 강조 처리되고, 제2 학습 데이터에 포함된 안저 이미지는 안질환 진단 보조 정보 획득이 용이하도록 처리될 수 있다.
- [1112]
- [1113] 제2 신경망 모델을 학습하는 단계는 제2 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 입력 안저 이미지로 하여 획득된 진단 보조 정보를 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 비교하여 제2 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [1114] 예컨대, 제2 신경망 모델을 학습하는 단계는 입력 안저 이미지에 기초하여 관상동맥질환과 관련된 등급 정보를 획득하고, 입력 안저 이미지에 부여된 라벨과 획득된 등급 정보를 비교하여 제1 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지에 부여된 라벨이 등급 정보와 이종인 경우 그 비교는 미리 마련된 매칭 테이블 또는 사용자에게 의해 지정된 매칭 관계를 이용하여 수행될 수 있다.
- [1115]
- [1116] 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델은 상호 독립적으로 학습될 수 있다. 또는, 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델의 학습은 상호 의존적으로 수행될 수도 있다.
- [1117] 예컨대, 제1 학습 데이터와 제2 학습 데이터가 적어도 일부 공통되고, 제1 신경망 모델에 의해 획득된 제1 진단 보조 정보와 제2 신경망 모델에 획득된 제2 진단 보조 정보가 이종인 경우, 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보의 연관성을 고려하여 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델의 학습이 함께 수행될 수 있다.
- [1118] 구체적인 예로, 제1 신경망 모델이 점수 라벨이 부여된 입력 안저 이미지를 제1 내지 제3 등급 정보에 대하여 분류하고, 제2 신경망 모델이 입력 안저 이미지를 제1 내지 제5 등급 정보에 대하여 분류할 수 있다. 이때, 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 학습하는 것은 제1 내지 제3 등급 및 제1 내지 제5 등급의 연관 관계 및 각 등급과 점수 값과의 연관 관계를 함께 고려하여 수행될 수 있다.
- [1119]
- [1120] 2.4.3 심혈관 질병에 대한 병렬 진단 보조
- [1121] 본 명세서에 따르면, 복수의 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 프로세스를 병렬적으로 수행하는 장치 및/또는 방법이 제공될 수 있다. 복수의 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병에 대한 진단 보조 정보를 포함하는 복수의 진단 보조 정보를 획득하는 장치 및/또는 방법이 제공될 수 있다. 이하에서 설명하는 병렬 진단 보조 프로세스는 전술한 진단 장치, 진단부, 제어부 또는

프로세서에서 수행될 수 있다.

[1122]

[1123] 도 57은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2001)를 설명하기 위한 도면이다. 도 57을 참조하면, 진단 장치(2001)는 진단 요청 획득 모듈(2011), 데이터 재구성 모듈(2013), 진단 보조 모듈(2015a, 2015b) 및 진단 보조 정보 출력 모듈(2017)을 포함할 수 있다.

[1124] 진단 요청 획득 모듈(2011)은 진단 보조 정보 요청을 획득할 수 있다. 진단 요청 획득 모듈은 진단 대상 안저 이미지와 함께 진단 보조 정보 요청을 획득할 수 있다. 진단 요청 획득 모듈(2011)은 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보를 요청하는 진단 요청을 획득할 수 있다. 진단 요청은 요청되는 제1 진단 보조 정보 및/또는 제2 진단 보조 정보의 정보 타입(예컨대, 질병 유무 정보 또는 등급 정보)를 포함할 수 있다.

[1125] 진단 요청 획득 모듈(2011)은 사용자 인터페이스를 통하여 진단 요청을 획득할 수 있다. 또는, 진단 요청 획득 모듈은 외부 기기로부터 사용자로부터 획득된 진단 요청을 전달받을 수 있다.

[1126] 데이터 재구성 모듈(2013)은 획득된 데이터를 가공할 수 있다. 예컨대, 데이터 가공 모듈은 이미지 데이터를 재구성할 수 있다. 또는, 데이터 재구성 모듈은 이미지 전처리 또는 데이터의 직렬과 등, 본 명세서에서 설명하는 학습 데이터의 최적화를 위한 다양한 처리를 수행할 수 있다.

[1127]

[1128] 진단 보조 모듈(2015)은 제1 진단 보조 모듈(2015a) 및 제2 진단 보조 모듈(2015b)을 포함할 수 있다. 제1 진단 보조 모듈(2015a)은 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 제2 진단 보조 모듈(2015b)은 제2 신경망 모델을 이용하여 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 도 57에서는 하나의 진단 장치가 복수의 진단 보조 모듈을 포함하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 본 명세서에서 설명하는 발명이 이에 한정되지는 아니하며, 복수의 진단 장치가 각각의 진단부(또는 진단 보조 모듈)을 가지고 서로 다른 신경망 모델을 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수도 있다.

[1129]

[1130] 예를 들어, 제1 진단 보조 모듈(또는 제1 진단부)(2015a)은 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단 보조 모듈(또는 제2 진단부)(2015b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 제2 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1131] 구체적인 예로, 제1 진단 보조 모듈(또는 제1 진단부)(2015a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 점수 정보를 획득하고, 제2 진단 보조 모듈(또는 제2 진단부)(2015b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 고혈압과 관련된 점수 정보를 획득할 수 있다.

[1132] 다른 예를 들어, 제1 진단 보조 모듈(또는 제1 진단부)(2015a)는 제1 신경망

모델을 이용하여 제1 심혈관 질병과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단 보조 모듈(또는 제2 진단부)(2015b)는 제1 심혈관 질병과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

- [1133] 구체적인 예로, 제1 진단 보조 모듈(또는 제1 진단부)(2015a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 점수 정보를 획득하고, 제2 진단 보조 모듈(또는 제2 진단부)(2015b)는 관상동맥 질환의 진단을 위한 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [1134] 또 다른 예를 들어, 제1 진단 보조 모듈(또는 제1 진단부)(2015a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 심혈관 질병의 진단과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 진단 보조 모듈(또는 제2 진단부)(2015b)는 제2 신경망 모델을 이용하여 타 질병의 진단과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1135] 구체적인 예로, 제1 진단 보조 모듈(또는 제1 진단부)(2015a)는 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환의 진단을 위한 등급 정보를 획득하고, 제2 진단 보조 모듈(또는 제2 진단부)(2015b)는 녹내장 진단을 위한 등급 정보를 획득할 수 있다.
- [1136]
- [1137] 진단 보조 정보 출력 모듈은 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈은 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 최종 진단 보조 정보 및/또는 제1 진단 보조 정보, 제2 진단 보조 정보 또는 최종 진단 보조 정보로부터 얻어진 2차 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 진단 보조 정보 출력 모듈은 진단 보조 정보를 사용자에게 제공하거나 외부 장치로 전송할 수 있다.
- [1138]
- [1139] 도 58은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [1140] 도 58을 참조하면, 58A는 데이터 획득 모듈(또는 진단 요청 획득 모듈)의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 58을 참조하면, 58B는 데이터 재구성 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 58C는 제1 진단 보조 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 58D는 제2 진단 보조 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 58E는 진단 보조 정보 출력 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 다만, 58A 내지 58E에서 나타내는 동작들은 반드시 위에 설명된 모듈에 의해 수행되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 58A 내지 58E와 관련하여 설명되는 동작들은 하나의 모듈, 예컨대 양안 진단 보조 모듈, 진단 장치의 프로세서 또는 제어부 등에서 수행될 수도 있다.
- [1141] 도 58을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S7001), 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계(S7003), 재구성된 이미지에 기초하여 제1 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S7005), 재구성된 이미지에

기초하여 제2 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S7007) 및 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보에 기초하여 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S7009)를 포함할 수 있다.

- [1142] 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S7001)는 진단 요청 획득 모듈 또는 촬상부에 의해 수행될 수 있다. 예컨대, 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S7001)는 대상 안저 이미지 및 대상 안저 이미지에 대한 진단 보조 정보를 요청하는 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 또 예컨대, 대상 안저 이미지를 획득하는 단계(S7001)는 촬상부를 통해 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 대상 안저 이미지를 획득하는 것은 진단 요청을 획득하는 것에 응답하여 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1143] 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계(S7003)는 데이터 재구성 모듈, 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 대상 안저 이미지의 재구성 또는 전처리는 전술한 것과 유사하게 적용될 수 있다.
- [1144] 대상 안저 이미지는 획득할 진단 보조 정보에 따라 달리 재구성될 수 있다. 다시 말해, 병렬적으로 동작하는 복수의 진단부(또는 진단 모듈)는 같은 대상 안저 이미지를 달리 재구성하여 마련된 복수의 재구성 이미지를 각각 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 구체적인 예로, 진단 보조 방법이 대상 안저 이미지에 기초하여 제1 신경망 모델을 이용하여 관상동맥 질환과 관련된 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 신경망 모델을 이용하여 안질환과 관련된 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함하는 경우, 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계는, 대상 안저 이미지를 혈관이 강조되도록 재구성한 제1 재구성 안저 이미지 및 대상 안저 이미지의 시신경유두가 강조되도록 재구성한 제2 재구성 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1145] 도 58에서는 대상 안저 이미지를 재구성한 후 재구성된 이미지에 기초하여 제1 및/또는 제2 진단 보조 정보가 획득되는 경우를 기준으로 설명하였으나, 이는 예시일 뿐이며, 재구성 단계는 생략될 수 있다.
- [1146] 제1 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S7005)는 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 제2 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S7007)는 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 제1 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S7005) 및 제2 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S7007)는 동일한 프로세서에서 수행되거나 구분되는 프로세서에서 수행될 수 있다. 제1 진단 보조 정보를 획득하는 단계 및 제2 진단 보조 정보를 획득하는 단계는 동시에 또는 순차적으로 수행될 수 있다.
- [1147] 예를 들어, 제1 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하는 것은 제1 심혈관 질병에 대한 제1 타입 정보를 포함하는 제1 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함하고, 제2 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것은 제1 심혈관 질병에 대한 제2 타입 정보를 포함하는 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

- [1148] 구체적인 예로, 제1 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하는 것은 관상동맥 질환의 진단에 이용되는 칼슘 점수를 나타내는 점수 정보를 획득하는 것을 포함하고, 제2 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것은 관상동맥 질환의 위험도를 나타내는 등급 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1149] 다른 예를 들어, 제1 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하는 것은 제1 심혈관 질병에 대한 제1 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함하고, 제2 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것은 제2 심혈관 질병(또는 비-심혈관 질환)에 대한 제2 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1150] 각각의 신경망 모델을 이용한 진단 보조 정보의 획득은 전술한 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 진단 보조 항목에서 설명한 것과 유사하게 수행될 수 있다.
- [1151]
- [1152] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S7009)는 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 진단 보조 정보의 출력에 대하여는 특별한 언급이 없는 한, 전술한 진단 보조 정보의 출력 항목과 유사하게 적용될 수 있다.
- [1153] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S7009)는 제1 진단 보조 정보 및/또는 제2 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는 단계는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 기초하여 생성된 최종 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S7009)는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보 중 선택된 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [1154] 진단 보조 정보를 출력하는 단계와 관련하여, 이하에서 보다 자세히 설명한다.
- [1155]
- [1156] 2.4.4 복수의 진단 보조 정보의 출력
- [1157] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 병렬적으로 구동되는 복수의 신경망 모델을 통하여 획득된 복수의 진단 보조 정보는 출력될 수 있다. 이하에서는, 전술한 예에서와 같이 제1 신경망 모델을 이용하여 제1 진단 보조 정보가 획득되고, 제2 신경망 모델을 이용하여 제2 진단 보조 정보가 획득 되는 경우를 기준으로, 진단 보조 정보의 출력에 대하여 설명한다.
- [1158] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 진단 보조 정보 및/또는 제2 진단 보조 정보에 기초하여 출력 정보가 결정될 수 있다. 출력 정보는 사용자에게 제공되거나, 외부 장치로 전달될 수 있다. 출력 정보는 클라이언트 장치, 진단 장치 또는 모바일 장치를 통하여 사용자에게 제공될 수 있다. 출력 정보는 사용자 인터페이스를 통하여 사용자에게 제공될 수 있다. 출력 정보는 시각 및/또는 청각 데이터를 통하여 사용자에게 제공될 수 있다. 출력 정보는 유선 또는 무선 통신을 수행하는 통신부 또는 통신 인터페이스를 통하여 외부 장치로 전달될 수 있다. 출력 정보는 서버 장치, 클라이언트 장치 또는 모바일 장치로

전달될 수 있다.

[1159]

[1160] 출력되는 진단 보조 정보는, 제1 신경망 모델에 의해 획득되는 제1 진단 보조 정보 및 제2 신경망 모델에 의해 획득되는 제2 진단 보조 정보를 포함할 수 있다.

[1161] 예컨대, 출력되는 진단 보조 정보는, 제1 신경망 모델에 의해 획득되는 관상동맥질환에 대한 점수 정보 및 제2 신경망 모델에 의해 획득되는 관상동맥질환에 대한 위험 등급 정보일 수 있다. 또 예컨대, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 신경망 모델에 의해 획득되는 관상동맥질환에 대한 점수 정보 및 제2 신경망 모델에 의해 획득되는 뇌졸중(또는 녹내장 등의 안질환)에 대한 위험 등급 정보일 수 있다.

[1162]

[1163] 출력되는 진단 보조 정보는, 제1 신경망 모델에 의해 획득되는 제1 진단 보조 정보 및 제2 신경망 모델에 의해 획득되는 제2 진단 보조 정보로부터 선택된 정보일 수 있다.

[1164] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 복수의 신경망 모델에 의해 획득된 복수의 진단 보조 정보 중 선택된 진단 보조 정보가 출력될 수 있다. 예컨대, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보 중 선택된 진단 보조 정보일 수 있다. 출력되는 진단 보조 정보는 출력되는 진단 보조 정보는 복수의 진단 보조 정보 중, 정확도 또는 위험도에 기초하여 선택된 진단 보조 정보일 수 있다.

[1165]

[1166] 경우에 따라, 제1 및/또는 제2 신경망 모델은 지속적으로 학습 및 갱신될 수 있다. 제1 및/또는 제2 신경망 모델이 학습됨에 따라, 출력되는 정보가 변경될 수 있다. 다시 말해, 제1 및/또는 제2 신경망 모델이 갱신됨에 따라, 각 신경망 모델에 투입된 학습데이터의 수 또는 각 신경망 모델의 정확도가 변경될 수 있으며, 따라서 출력되는 정보의 형태도 변경될 수 있다.

[1167] 예를 들어, 제1 대상 안저 이미지에 기초하여 획득된 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 기초하여 출력된 출력 정보는 제1 진단 보조 정보에 포함된 제1 타입 정보(예컨대, 등급 정보)이고, 제1 타입 정보 획득 이후에 제2 대상 안저 이미지에 기초하여 획득된 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 기초하여 출력된 출력 정보는 제2 진단 보조 정보에 포함된 제2 타입 정보(예컨대, 점수 정보)일 수 있다.

[1168]

[1169] 경우에 따라, 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보가 나타내는 정보가 논리적으로 불합치하는 경우가 있을 수 있다. 이때, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보 중 선택된 정보일 수 있다.

[1170] 일 예로, 제1 진단 보조 정보가 제1 심혈관 질병에 대한 제1 타입 정보이고, 제2 진단 보조 정보가 제1 심혈관 질병에 대한 제2 타입 정보인 경우, 제1 타입

정보와 제2 타입 정보가 나타내는 위험도가 상이할 수 있다. 이때, 출력되는 진단 보조 정보는 미리 정해진 우선 순위에 따른 타입의 정보이거나, 미리 정해진 기준에 따라 결정된 타입의 정보일 수 있다.

[1171]

[1172] 출력되는 진단 보조 정보는 우선 순위에 따라 정해질 수 있다. 우선 순위는 정보의 타입에 대하여 정해질 수 있다. 일 예로, 우선 순위는 질병 유무 정보가 등급 정보보다 우선하고, 등급 정보 점수 정보보다 우선하는 것으로 정해질 수 있다. 우선 순위는 사용자에게 의해 지정될 수 있다. 우선 순위는 신경망 모델의 형태 또는 정확도에 따라 미리 정해질 수 있다.

[1173] 일 실시예에 따르면, 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보를 포함하고, 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보 중 우선 순위를 가지는 정보를 포함할 수 있다.

[1174] 출력되는 진단 보조 정보는 제1 타입 정보와 제2 타입 정보 중 보다 정확도가 높은 정보일 수 있다. 다시 말해, 상대적으로 정확도가 높은 신경망 모델로부터 획득된 정보에 출력 우선 순위가 부여될 수 있다.

[1175] 출력되는 진단 보조 정보는 제1 타입 정보와 제2 타입 정보 중 보다 위험도가 높은 상태를 나타내는 정보일 수 있다. 다시 말해, 상대적으로 위험도가 높은 정보에 출력 우선 순위가 부여될 수 있다.

[1176] 예컨대, 제1 타입 정보는 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는 등급 정보이고 제2 타입 정보는 관상동맥 질환의 진단을 위한 칼슘 점수를 나타내는 점수 정보인 경우, 점수 정보는 환자가 경도 관상동맥질환자에 해당함을 나타내는 값, 예컨대, 8을 지시하고, 등급 정보는 환자가 중등도 관상동맥질환자임을 나타내는 C등급 정보인 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 C등급 정보로 결정될 수 있다.

[1177] 우선순위를 가지는 제1 진단 보조 정보와 차순위에 해당하는 제2 진단 보조 정보가 함께 제공될 수도 있다. 이때, 사용자에게 우선순위에 대하여 고지하는 안내가 함께 제공될 수도 있다.

[1178]

[1179] 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보가 나타내는 정보가 논리적으로 불합치하는 경우, 제2 및/또는 제2 진단 보조 정보는 상호 의미하는 바가 합치되도록 보정될 수 있다. 다시 말해, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및 보정된 제2 진단 보조 정보를 포함할 수 있다.

[1180] 이때, 미리 정해진 우선순위에 따라 결정된 기준 정보에 맞추어 다른 정보가 보정될 수 있다. 예컨대, 등급 정보가 점수 정보에 대하여 우선순위를 가지고, 획득된 제1 진단 보조 정보에 따른 등급 정보와 제2 진단 보조 정보에 따른 점수 정보가 매칭되지 않는 경우, 점수 정보는 등급 정보를 기준 정보로 하여 보정될

수 있다.

- [1181] 다시 말해, 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보를 포함하고, 제1 진단 보조 정보와 제2 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 기준 정보로 결정된 제1 진단 보조 정보와 제1 진단 보조 정보에 맞추어 보정된 제2 진단 보조 정보를 포함할 수 있다.
- [1182]
- [1183] 보정되는 정보는 기준 정보와 매칭되도록 보정될 수 있다. 예를 들어, 기준 정보가 등급 정보로서 B등급 정보인 경우, 점수 정보는 등급 정보와 매칭되도록 1 내지 10의 수치 값을 가지도록 보정될 수 있다. 출력되는 진단 보조 정보는 B등급 정보 및 B등급에 매칭되도록 10으로 보정된 값을 가지는 점수 정보를 포함할 수 있다.
- [1184] 보정되는 정보는 기준 정보와 인접하도록 보정될 수 있다. 예를 들어, 기준 정보가 등급 정보로서 B 등급 정보이고 획득된 점수 정보가 14인 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 B등급 정보 및 B등급에 인접하도록 11로 보정된 값을 가지는 점수 정보를 포함할 수 있다.
- [1185] 기준 정보와 함께 보정된 정보가 출력되는 경우, 사용자에게 기준 정보 및 보정된 정보를 각각 고지하기 위한 표시 정보가 함께 출력될 수도 있다.
- [1186]
- [1187] 출력되는 진단 보조 정보는, 제1 신경망 모델에 의해 획득되는 제1 진단 보조 정보 및 제2 신경망 모델에 의해 획득되는 제2 진단 보조 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및/또는 제2 진단 보조 정보를 고려하여 결정되는 2차 정보를 포함할 수 있다.
- [1188] 예컨대, 제1 진단 보조 정보가 제1 심혈관 질병의 진단에 이용되는 제1 파라미터의 값을 나타내는 점수 정보이고, 제2 진단 보조 정보가 제1 심혈관 질병에 대한 제2 파라미터를 나타내는 등급 정보인 경우에, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 및 제2 진단 보조 정보에 기초하여 결정된 환자의 제1 심혈관 질병에 대한 위험도 정보를 포함할 수 있다.
- [1189] 또 예컨대, 제1 진단 보조 정보가 제1 심혈관 질병의 진단에 이용되는 제1 점수 정보이고, 제2 진단 보조 정보가 제1 심혈관 질병에 대한 제2 점수 정보인 경우에, 출력되는 진단 보조 정보는, 제1 점수 정보 및 제2 점수 정보를 함께 고려하여 얻어진 제3 점수 정보일 수 있다. 예컨대, 제1 점수 정보 및/또는 제2 점수 정보는 프래밍험 스코어 계산에 이용되는 인자이고 제 3 점수 정보는 프래밍험 스코어 값을 나타낼 수 있다.
- [1190]
- [1191] 한편, 위에서는 병렬적으로 구동되는 복수의 신경망 모델이 제1 신경망 모델 및 제2 신경망 모델을 포함하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 보다 많은 수의 신경망 모델을 병렬 학습하고, 학습된

신경망 모델들을 이용하여 다수의 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 진단 보조 정보를 출력하는 것도 가능하다.

- [1192] 일 예로, 진단 보조 방법은, 제1 신경망 모델을 통하여 제1 진단 보조 정보를 획득하고, 제2 신경망 모델을 통하여 제2 진단 보조 정보를 획득하고, 제3 신경망 모델을 통하여 제3 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1193] 이때, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 내지 제3 진단 보조 정보를 포함하거나, 제1 내지 제3 진단 보조 정보 중 선택된 적어도 하나의 진단 보조 정보를 포함하거나, 제1 내지 제3 진단 보조 정보에 기초하여 결정된 출력 정보일 수 있다.
- [1194] 예컨대, 제1 진단 보조 정보는 제1 심혈관 질병과 관련된 제1 타입 정보이고, 제2 진단 보조 정보는 제1 심혈관 질병과 관련된 제2 타입 정보이고, 제3 진단 보조 정보는 제2 심혈관 질병과 관련된 진단 보조 정보인 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 제1 진단 보조 정보 또는 제2 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나 및 제3 진단 보조 정보를 포함할 수 있다.
- [1195]
- [1196]
- [1197] 2.5 양안 이미지의 이용
- [1198] 2.5.1 배경
- [1199] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조에 양안 이미지가 이용될 수 있다. 심혈관 질병에 대하여 진단을 보조하는 경우, 환자의 좌안 및 우안의 이미지를 획득하고 각 이미지에 기초한 진단 보조 정보를 함께 획득함으로써, 정확하고 안정적인 진단 보조가 가능할 수 있다.
- [1200] 다시 말해, 안저 이미지에 기초하여 심혈관계 이상을 검출하고자 하는 경우에, 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지 중 하나의 안저 이미지에서만 이상 징후가 발견되거나, 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지가 각각 나타내는 이상 정도가 상이한 경우가 있을 수 있다. 이러한 경우, 양안 안저 이미지 중, 이상 징후가 발견되지 않은 안저 이미지 만을 고려하여 진단 보조 정보를 획득하거나 상대적으로 낮은 위험도를 나타내는 안저 이미지만을 고려하여 진단 보조 정보를 획득하는 경우, 환자에게 적절한 조치가 취해지지 않을 수 있다.
- [1201] 위와 같은 문제는, 안저 이미지를 이용하여 질환 진단을 보조하고자 하는 다양한 경우에 유사하게 발생할 수 있다. 이하에서는 심혈관 질병 진단을 보조하기 위하여 신경망 모델을 이용하는 경우를 기준으로 설명하나, 본 명세서에서 설명하는 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니며, 안저 이미지를 이용하여 진단을 보조하는 다양한 경우에 유사하게 적용될 수 있다.
- [1202] 이하에서는, 상술한 문제를 해결하기 위하여, 양안 안저 이미지를 고려하여 신경망 모델을 학습하고 양안 안저 이미지를 고려하여 진단 보조 정보를 획득하는 방법 등에 대하여 몇몇 실시예를 들어 설명한다.

[1203]

[1204] 2.5.2 양안 진단 보조 시스템

[1205] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 양안 이미지를 함께 이용하여 심혈관 질병에 대한 진단을 보조하는 심혈관 질병에 진단 보조 시스템(이하, 양안 진단 보조 시스템)이 제공될 수 있다. 양안 진단 보조 시스템은 좌안 이미지 및 우안 이미지를 이용하여 신경망 모델을 학습하거나 좌안 이미지 및 우안 이미지를 이용하여 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1206] 양안 이미지를 이용하여 심혈관 질병에 대한 진단을 보조하는 양안 진단 보조 시스템은, 이하에서 특별한 설명이 없는 한, 도 1 내지 9, 42 및 43과 관련하여 기술한 것과 유사하게 구현될 수 있다.

[1207]

[1208] 도 59는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 59를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은 학습 장치(1002), 진단 장치(2002) 및 클라이언트 장치(3002)를 포함할 수 있다.

[1209] 학습 장치(1002)는 양안 학습부(102)를 포함할 수 있다. 양안 학습부(102)는 양안 이미지를 획득하고 심혈관 질병 진단의 보조를 위한 신경망 모델을 학습할 수 있다. 양안 학습부(102)는 학습 장치(1001)의 제어부, 프로세서 또는 메모리에 마련될 수 있다.

[1210] 양안 학습부(102)는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 포함하고, 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 신경망 모델을 학습할 수 있다. 양안 학습부(102)는 좌안 또는 우안으로 라벨링된 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터에 기초하여 환자의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 신경망 모델을 학습할 수 있다. 양안 학습부(102)는 좌안 또는 우안으로 라벨링되고 서로 매칭된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터에 기초하여 환자의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 신경망 모델을 학습할 수 있다.

[1211]

[1212] 진단 장치(2002)는 양안 진단부(202)를 포함할 수 있다. 양안 진단부(201c)는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 환자의 심혈관 질병 진단을 위한 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 진단부(202)는 진단 장치(2002)의 제어부 또는 프로세서에 마련될 수 있다.

[1213] 양안 진단부(202)는 환자의 양안 안저 이미지를 획득하고, 환자의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 양안 진단부(202)는 환자의 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 획득하고, 환자의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 양안 진단부(202)는 환자의 좌안 및 우안 안저 이미지를 함께 고려하여 획득되는 양안 진단 보조 정보를 획득할 수도 있다. 양안 진단부(202)는 환자의 좌안 안저 이미지에 대응되는 좌안 진단 보조 정보 및 환자의 우안에 대응되는

우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

- [1214] 양안 진단부(202)는 하나의 모델을 이용하여 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 양안 진단부(202)는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 좌안 진단 보조 정보를 획득하고, 우안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1215]

- [1216] 클라이언트 장치(3002)는 촬상부(301) 및 출력부(303)를 포함할 수 있다. 클라이언트 장치(3002)는 본 명세서에서 전술한 것과 유사하게 동작할 수 있다. 클라이언트 장치(3002)는 대상 안저 이미지를 촬상하고, 촬상된 대상 안저 이미지를 진단 장치에 전송하고, 진단 장치로부터 대상 안저 이미지에 따른 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1217]

- [1218] 도 60은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템을 설명하기 위한 도면이다. 도 60을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 시스템은 학습 장치(1003), 진단 장치(2003) 및 클라이언트 장치(3003)를 포함할 수 있다.

[1219]

- [1220] 도 60을 참조하면, 학습 장치(1003)는 좌안 학습부(103a) 및 우안 학습부(103b)를 포함할 수 있다. 좌안 학습부(103a) 및 우안 학습부(103b)는 각각 좌안 또는 우안 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 획득하고, 진단 보조 정보를 출력하는 신경망 모델을 학습할 수 있다. 좌안 학습부(103a) 및 우안 학습부(103b)는 전술한 양안 학습부에 포함될 수도 있다. 좌안 학습부(103a) 및 우안 학습부(103b)는 학습 장치(1003)의 제어부, 프로세서 또는 메모리에 마련될 수 있다.

- [1221] 좌안 학습부(103a)는 좌안 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여, 대상 좌안 안저 이미지에 따른 진단 보조 정보를 획득하는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다. 우안 학습부(103b)는 우안 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여, 대상 우안 안저 이미지에 따른 진단 보조 정보를 획득하는 우안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다.

- [1222] 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 우안 진단 보조 신경망 모델의 초기 형태는 서로 다른 계층 구조로 마련될 수 있다. 또는, 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 우안 진단 보조 신경망 모델의 초기 형태는 유사한 구조로 마련될 수 있다. 이때, 학습이 진행됨에 따라 각 신경망 모델을 구성하는 파라미터가 달라질 수 있다.

[1223]

- [1224] 도 60을 참조하면, 진단 장치(2003)는 좌안 진단부(203a) 및 우안 진단부(203b)를 포함할 수 있다. 좌안 진단부(203a) 및 우안 진단부(203b)는 각각 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지에 따른 진단 보조 정보를 신경망 모델을 이용하여 획득할 수 있다. 좌안 진단부(203a) 및 우안 진단부(203b)는 진단 장치(2003)의 제어부, 프로세서 또는 메모리에 마련될 수 있다.

- [1225] 좌안 진단부(203a)는 환자의 좌안 안저 이미지에 대응되는 좌안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 좌안 진단부(203a)는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 좌안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1226] 우안 진단부(203b)는 환자의 우안 안저 이미지에 대응되는 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 우안 진단부(203b)는 우안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1227]
- [1228] 클라이언트 장치(3003)는 본 명세서에서 전술한 것과 유사하게 동작할 수 있다. 촬상부(301)는 좌안 안저 이미지를 획득하고 좌안 진단부(203a)에 제공할 수 있다. 촬상부(301)는 우안 안저 이미지를 획득하고 우안 진단부(203b)에 제공할 수 있다. 출력부(303)는 좌안 진단부(203a)로부터 좌안 진단 보조 정보를 획득하고 출력할 수 있다. 출력부(303)는 우안 진단부(203b)로부터 우안 진단 보조 정보를 획득하고 출력할 수 있다.
- [1229]
- [1230] 도 61은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 61을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법은, 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지를 획득하는 단계(S510), 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S530) 및 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S550)를 포함할 수 있다.
- [1231] 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지를 획득하는 단계(S510)는 피검체의 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1232] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S530)는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 좌안 안저 이미지에 따른 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 대상 우안 안저 이미지에 따른 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1233] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S550)는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 고려하여 생성된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [1234] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보는, 대상 심혈관 질병 진단에 이용되는 점수 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [1235] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S530)는 좌안 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조

정보를 획득하는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하고, 우안 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 우안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1236]

[1237] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은, 전술한 방법에 더하여, 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지에 기초하여, 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 안질환 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 좌안 안저 이미지에 따른 좌안 안질환 진단 보조 정보 및 대상 우안 안저 이미지에 따른 우안 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 단계 및/또는 좌안 안질환 진단 보조 정보 및 우안 안질환 진단 보조 정보를 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[1238]

[1239] 도 62는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 62를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S550)는, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 단계(S551) 및 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보의 매칭 여부에 따라 결정된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S553)를 포함할 수 있다.

[1240] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S553)는, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보, 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 또는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보와 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보의 중간 정보로 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다.

[1241] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S553)는, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 중 대상 심혈관 질병에 대하여 상대적으로 높은 위험을 나타내는 것을 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보로 결정하는 것을 더 포함할 수 있다.

[1242]

[1243] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보는 좌안 안저 이미지로부터 획득된 심장혈관 석회화 판단에 이용되는 좌안 관상동맥 칼슘 점수를 포함하고, 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보는 우안 안저 이미지로부터 획득된 심장혈관 석회화 판단에 이용되는 우안 관상동맥 칼슘 점수를 포함할 수 있다.

[1244] 이때, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 단계(S551)는 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계값 이하인지 판단하는 것을 포함할 수 있다.

- [1245] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S553)는, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계값 이상인 경우, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수 중 높은 값을 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.
- [1246] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S553)는, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계값 이상인 경우, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수 중 높은 값을 포함하는 것을 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보로 결정하고, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 발생하였음을 고지하는 안내를 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보와 함께 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [1247] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S553)는, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계값 이상인 경우, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수 중 상대적으로 높은 값을 포함하는 것을 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보로 결정하고, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수 중 상대적으로 높은 값을 포함하는 정보가 획득된 대상 안저 이미지를 사용자에게 고지하는 이상 안저 이미지 안내를 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보와 함께 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [1248]
- [1249] 도 63은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치(7000)를 설명하기 위한 도면이다. 도 63을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하는 심혈관 질병 진단 장치(7000)는, 안저 이미지 획득부(7100), 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7300), 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7500) 및 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7700)를 포함할 수 있다.
- [1250] 안저 이미지 획득부(7100)는 피검체의 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지를 획득할 수 있다.
- [1251] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7300)는 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 좌안 안저 이미지에 따른 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1252] 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7500)는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 우안 안저 이미지에 따른 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1253] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7700)는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 고려하여 생성된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1254] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보는, 대상

심혈관 질병 진단에 이용되는 점수 정보, 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보 및 피검체의 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[1255]

[1256] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7300)는, 좌안 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1257] 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7500)는, 우안 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 우안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1258]

[1259] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 좌안을 촬상하여 얻어진 좌안 안저 이미지에 기초하여 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 마련될 수 있다. 우안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 우안을 촬상하여 얻어진 우안 안저 이미지에 기초하여 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 마련될 수 있다. 좌안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 구성하는 파라미터는 적어도 일부 상이할 수 있다.

[1260] 심혈관 질병 진단 보조 장치(7000)는, 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지에 기초하여, 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 안질환 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 좌안 안저 이미지에 따른 좌안 안질환 진단 보조 정보 및 대상 우안 안저 이미지에 따른 우안 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 안질환 진단 보조 정보 획득부를 더 포함할 수 있다.

[1261]

[1262] 도 64는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치(7000)를 설명하기 위한 도면이다. 도 64를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병 진단 보조 장치(7000)의 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7701)는, 양안 진단 보조 정보 매칭 여부 판단부(7711) 및 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부(7731)를 포함할 수 있다.

[1263] 양안 진단 보조 정보 매칭 여부 판단부(7711)는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단할 수 있다

[1264] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7731)는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보의 매칭 여부에 따라 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.

[1265] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7731)는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보, 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 또는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보와 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보의 중간 정보로 결정된 양안

심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.

- [1266] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7731)는 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 중 대상 심혈관 질병에 대하여 상대적으로 높은 위험을 나타내는 것을 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보로 결정할 수 있다. 다시 말해, 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보 및 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보 중 대상 심혈관 질병에 대하여 상대적으로 높은 위험을 나타내는 것으로 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1267]
- [1268] 좌안 심혈관 질병 진단 보조 정보는 좌안 안저 이미지로부터 획득된 심장혈관 석회화 판단에 이용되는 좌안 관상동맥 칼슘 점수를 포함하고, 우안 심혈관 질병 진단 보조 정보는 우안 안저 이미지로부터 획득된 심장혈관 석회화 판단에 이용되는 우안 관상동맥 칼슘 점수를 포함할 수 있다.
- [1269] 양안 진단 보조 정보 매칭 여부 판단부(7711)는 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계 값 이하인지 판단할 수 있다.
- [1270] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7731)는, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계값 이상인 경우, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수 중 높은 것으로 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1271] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7731)는, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 임계값 이상인 경우, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수 중 높은 값을 포함하는 것을 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보로 결정할 수 있다.
- [1272] 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부(7731)는, 좌안 관상동맥 칼슘 점수 및 우안 관상동맥 칼슘 점수의 차이가 발생하였음을 고지하는 안내를 결정된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보와 함께 출력할 수 있다.
- [1273]
- [1274] 2.5.3 양안 안저 이미지의 획득
- [1275] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신경망 모델의 학습을 위한 양안 안저 이미지 학습 데이터가 획득될 수 있다.
- [1276] 양안 안저 이미지 데이터는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함할 수 있다. 양안 안저 이미지 데이터는 좌안 안저 이미지를 포함하는 좌안 안저 이미지 데이터 및 우안 안저 이미지를 포함하는 우안 안저 이미지 데이터를 포함할 수 있다. 양안 안저 이미지 데이터는 서로 매칭된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함할 수 있다. 다시 말해, 양안 안저 이미지 데이터는 서로 매칭된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 양안 이미지 세트를 복수 개 포함할 수 있다.

- [1277] 일 예로, 양안 안저 이미지 데이터는 좌안 라벨이 부여된 좌안 안저 이미지 및 우안 라벨이 부여된 우안 이미지를 포함할 수 있다. 또는, 양안 안저 이미지 데이터는 양안 정보를 나타내는 별도의 정보가 부여되지 않은 좌안 이미지 및 우안 이미지를 포함할 수도 있다.
- [1278] 예컨대, 양안 안저 이미지 데이터는 피검체의 좌안을 촬상하여 획득된 제1 이미지 및 피검체의 우안을 촬상하여 획득된 제2 이미지를 포함할 수 있다. 또 예컨대, 양안 안저 이미지 데이터는 제1 피검체의 좌안을 촬상하여 획득되고 좌안으로 라벨링된 제1 안저 이미지 및 제2 피검체의 우안을 촬상하여 획득되고 우안으로 라벨링된 제2 안저 이미지를 포함할 수 있다. 또 예컨대, 양안 안저 이미지 데이터는 제1 피검체의 좌안을 촬상하여 획득되고 제1 피검체의 좌안으로 라벨링된 제1 이미지 및 제1 피검체의 우안을 촬상하여 획득되고 제1 피검체의 우안으로 라벨링된 제2 이미지를 포함하는 제1 양안 이미지 세트를 포함할 수 있다.
- [1279] 좌안 안저 이미지 데이터 및 우안 안저 이미지 데이터는 별도로 저장 및/또는 관리될 수 있다. 또는, 좌안 안저 이미지 데이터 및 우안 안저 이미지 데이터는 함께 저장 및/또는 관리되고, 각각에 부여된 라벨에 의해 구분될 수 있다.
- [1280]
- [1281] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 보조 정보의 획득을 위한 양안 대상 안저 이미지가 획득될 수 있다. 진단 보조 정보의 획득을 위하여, 좌안 대상 안저 이미지 및 우안 대상 안저 이미지가 획득될 수 있다.
- [1282] 좌안 대상 안저 이미지(또는 좌안 안저 이미지) 및 우안 대상 안저 이미지(또는 우안 안저 이미지)는 사용자 입력을 통하여 획득될 수 있다. 예컨대, 좌안 대상 안저 이미지를 획득하는 것은 좌안 촬영 개시를 나타내는 사용자 입력이 획득된 후 촬상된 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 좌안 촬영 개시를 나타내는 사용자 입력이 획득된 후 촬상된 안저 이미지를 획득된 안저 이미지는 좌안 대상 안저 이미지로 결정될 수 있다. 좌안 대상 안저 이미지로 결정된 이미지에는 좌안 라벨이 부여될 수 있다.
- [1283] 또는, 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지는 미리 마련된 알고리즘 또는 신경망 모델을 통하여 구별될 수 있다. 좌안 라벨 또는 우안 라벨은 미리 마련된 알고리즘 또는 신경망 모델을 통하여 부여될 수도 있다.
- [1284]
- [1285]
- [1286] 2.5.4 양안 안저 이미지 데이터를 이용한 신경망 모델 학습
- [1287] 전문화된 진단 보조 시스템, 학습 장치, 서버 장치 또는 모바일 장치는 양안 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 심혈관 질병 진단을 보조하는 신경망 모델을 학습할 수 있다. 각 장치의 학습부, 제어부 또는 프로세서는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델의 학습을 수행할 수 있다.
- [1288] 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를

포함하는 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다. 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 좌안 또는 우안으로 라벨링된 안저 이미지를 포함하는 학습 데이터를 이용하여 학습될 수 있다.

- [1289] 이하에서는, 본 명세서에서 전술한 내용을 기초로, 양안 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 신경망 모델을 학습하는 경우에 특유한 내용을 중심으로 설명한다.
- [1290]
- [1291] 도 65는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 65를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치(1004)는 양안 데이터 가공 모듈(114), 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(134) 및 양안 학습 결과 획득 모듈(154)을 포함하는 양안 학습부(104)를 포함할 수 있다.
- [1292] 양안 데이터 가공 모듈(114)은 안저 이미지 학습 데이터를 획득하고, 획득된 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 안저 이미지를 가공할 수 있다. 예컨대, 양안 데이터 가공 모듈(114)은 안저 이미지를 심혈관 질병 진단 보조에 용이한 형태로 재구성할 수 있다. 양안 데이터 가공 모듈(114)은 안저 이미지에 포함된 혈관 요소가 강조되도록 전처리하거나, 안저 이미지에 포함된 혈관 요소를 추출할 수 있다. 그 외에도, 양안 데이터 가공 모듈(114)은 본 명세서 전반에 걸쳐 설명하는 다양한 이미지 전처리, 가공 또는 재구성 동작을 수행할 수 있다. 경우에 따라, 양안 데이터 가공 모듈(114)은 생략될 수 있다.
- [1293]
- [1294] 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(134)은 가공된 양안 안저 이미지를 이용하여, 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다. 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(134)은 입력 양안 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하고, 입력 양안 안저 이미지에 부여된 라벨과 출력된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 비교하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1295] 일 예로, 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(134)은 진단 보조 라벨이 부여된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 양안 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여, 양안 진단 보조 정보(또는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보)를 출력하고, 출력된 정보와 라벨의 비교에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1296] 다른 예로, 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(134)은 진단 보조 라벨과 좌안 라벨이 부여된 좌안 안저 이미지 및 진단 보조 라벨과 우안 라벨이 부여된 우안 안저 이미지를 포함하는 양안 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여, 진단 보조 정보를 출력하고, 출력된 정보와 라벨의 비교에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다.
- [1297] 이때, 일 실시예에 따르면, 한 쌍의 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지가 하나의 단위 학습 데이터를 구성할 수 있다. 보다 구체적으로, 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(131c)은 제1 좌안 안저 이미지 및 제1 우안 안저 이미지를

포함하는 제1 단위 학습 데이터에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 출력된 제1 진단 보조 정보와 제1 좌안 안저 이미지 및 제1 우안 안저 이미지에 부여된 제1 진단 보조 라벨을 비교하고 그 결과에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 갱신할 수 있다.

- [1298] 예컨대, 제1 좌안 안저 이미지 및 제1 우안 안저 이미지를 포함하는 제1 단위 학습 데이터에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 제1 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 제1 진단 보조 정보 및 제1 우안 안저 이미지에 기초하여 획득된 제2 진단 보조 정보를 제1 진단 보조 라벨과 비교하고 그 결과에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [1299] 구체적인 예로, 양안 진단 보조 신경망 모델은 양안 안저 이미지에 기초하여 관상동맥질환의 진단을 보조하기 위한 칼슘 정보를 획득하도록 학습될 수 있다. 이때, 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것은, 입력 좌안 안저 이미지에 따른 좌안 칼슘 정보를 입력 좌안 안저 이미지에 부여된 칼슘 점수 라벨과 비교하거나 입력 우안 안저 이미지에 따른 우안 칼슘 정보를 입력 우안 안저 이미지에 부여된 칼슘 점수 라벨과 비교하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [1300] 다른 구체적인 예로, 좌안 안저 이미지와 우안 안저 이미지가 하나의 단위 학습 데이터를 구성하는 경우, 양안 진단 보조 신경망 모델은 입력 좌안 안저 이미지 및 입력 우안 안저 이미지를 함께 고려하여 획득된 양안 칼슘 점수 정보와 입력 좌안 및 우안 이미지에 부여된 칼슘 점수 라벨을 비교한 후, 비교 결과에 기초하여 양안 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다.
- [1301] 양안 칼슘 정보는 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 좌안 칼슘 점수 및 우안 안저 이미지에 기초하여 획득된 우안 칼슘 점수의 평균값, 최대값 또는 최저값일 수 있다. 양안 칼슘 정보는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 병합한 양안 병합 이미지를 입력 안저 이미지로 하여 획득된 칼슘 점수 정보일 수 있다.
- [1302] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 양안 진단 보조 신경망 모델은, 좌안 안저 이미지로부터 획득된 좌안 진단 보조 정보 및 우안 안저 이미지로부터 획득된 우안 진단 보조 정보에 기초하여 양안 진단 보조 정보를 출력하되, 양안 진단 보조 정보가 결정되는 방식에 따라 그 형태가 달리 마련될 수 있다.
- [1303] 예컨대, 양안 진단 보조 신경망 모델은, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 최대값(또는, 위험도가 상대적으로 높음을 나타내는 진단 보조 정보)가 출력 양안 진단 보조 정보로 결정되도록 학습되는 제1 양안 진단 보조 신경망 모델, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 최소값(또는, 위험도가 상대적으로 낮음을 나타내는 진단 보조 정보)가 출력 양안 진단 보조 정보로 결정되도록 학습되는 제2 양안 진단 보조 신경망 모델 또는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 평균값(또는, 위험도의 중간 값을 나타내는 진단 보조 정보)가 출력 양안 진단 보조 정보로 결정되도록 학습되는 제3 양안 진단 보조 신경망 모델 중 어느 하나일 수 있다. 이때, 제1 내지 제3 양안 진단 보조 신경망

모델의 계층 또는 학습 양태는 서로 다를 수 있다.

[1304]

[1305] 양안 학습 결과 획득 모듈(154)은, 양안 안저 이미지 학습 데이터를 이용한 양안 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과를 획득할 수 있다. 양안 학습 결과 획득 모듈(151c)은, 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델의 파라미터를 획득할 수 있다.

[1306]

[1307] 도 66은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 장치를 설명하기 위한 도면이다. 도 66을 참조하면, 학습 장치(1005)는 좌안 데이터 가공 모듈(115a), 좌안 진단 보조 신경망 학습 모듈(135a) 및 좌안 학습 결과 획득 모듈(155a)을 포함하는 좌안 학습부(105a) 및 우안 데이터 가공 모듈(115b), 우안 진단 보조 신경망 학습 모듈(135b) 및 우안 학습 결과 획득 모듈(155b)을 포함하는 우안 학습부(105b)를 포함할 수 있다.

[1308] 도 66과 관련하여 및 이하에서 설명되는 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 우안 진단 보조 신경망 모델의 학습과 관련하여, 전술한 신경망 모델의 병렬 학습과 관련된 내용이 적용될 수 있다.

[1309] 좌안 데이터 가공 모듈(115a)은 좌안 안저 이미지를 포함하는 좌안 안저 이미지 학습 데이터를 획득하고, 좌안 안저 이미지를 가공할 수 있다. 좌안 데이터 가공 모듈(115b)은 좌안 안저 이미지의 방향을 정렬할 수 있다. 좌안 데이터 가공 모듈(115a)은 학습 데이터에 포함된 좌안 안저 이미지들의 방향을 정렬할 수 있다. 좌안 데이터 가공 모듈(115a)은 학습 데이터에 포함된 좌안 안저 이미지를 재구성하거나 전처리(예컨대, 혈관 강조 처리)할 수 있다. 좌안 데이터 가공 모듈(115a)은 임의의 안저 이미지를 획득하고, 좌안 안저 이미지의 형태로 재구성할 수 있다. 예컨대, 좌안 데이터 가공 모듈(115a)은 우안 안저 이미지를 획득하고, 안저 이미지를 좌우 반전하여 좌안 안저 이미지의 형태로 변형할 수 있다. 좌안 데이터 가공 모듈(115a)은 생략될 수 있다.

[1310] 좌안 진단 보조 신경망 학습 모듈(135a)은 가공된 좌안 안저 이미지들을 포함하는 좌안 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 좌안 안저 이미지에 기초하여 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다. 좌안 진단 보조 신경망 학습 모듈(135a)은 입력 좌안 안저 이미지로부터 좌안 진단 보조 신경망을 통하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 정보와 입력 안저 이미지에 부여된 라벨을 비교하여 좌안 진단 보조 신경망 모델을 갱신할 수 있다.

[1311] 좌안 학습 결과 획득 모듈(155a)은 좌안 안저 이미지 학습 데이터를 이용한 좌안 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과 또는 학습된 좌안 진단 보조 신경망 모델의 파라미터를 획득할 수 있다.

[1312] 우안 데이터 가공 모듈(115b)은 우안 안저 이미지를 포함하는 우안 안저 이미지 학습 데이터를 획득하고, 우안 안저 이미지를 가공할 수 있다. 우안 데이터 가공 모듈(115b)은 우안 안저 이미지를 재구성 또는 가공할 수 있다. 우안 데이터 가공

모듈(115b)은 전술한 좌안 데이터 가공 모듈(115a)과 유사하게 동작할 수 있다.

- [1313] 우안 진단 보조 신경망 학습 모듈(135b)은 가공된 우안 안저 이미지들을 포함하는 우안 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 우안 안저 이미지에 기초하여 우안 진단 보조 정보를 획득하는 우안 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다. 우안 진단 보조 신경망 학습 모듈(135b)은 입력 우안 안저 이미지로부터 우안 진단 보조 신경망을 통하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 정보와 입력 안저 이미지에 부여된 라벨을 비교하여 우안 진단 보조 신경망 모델을 갱신할 수 있다.
- [1314] 우안 학습 결과 획득 모듈(155b)은 우안 안저 이미지 학습 데이터를 이용한 우안 진단 보조 신경망 모델의 학습 결과 또는 학습된 우안 진단 보조 신경망 모델의 파라미터를 획득할 수 있다.
- [1315]
- [1316] 도 67은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [1317] 도 67을 참조하면, 67A는 데이터 획득 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 67B는 양안 데이터 가공 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 67C는 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 67D는 양안 학습 결과 획득 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 다만, 67A 내지 67D에서 나타내는 동작들이 반드시 위 설명된 모듈들에 의해 수행되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 67A 내지 67D의 동작들은, 하나의 모듈, 예컨대, 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈에서 수행될 수도 있다.
- [1318] 도 67을 참조하면, 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은, 양안 이미지 학습 데이터를 획득하는 단계(S8001), 획득된 양안 이미지를 가공하는 단계(S8003), 가공된 양안 이미지에 기초하여 양안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S8005) 및 학습 결과를 획득하는 단계(S8007)를 포함할 수 있다. 이하에서 설명하는 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은 전술한 학습 장치, 학습부, 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다.
- [1319] 양안 이미지 학습 데이터를 획득하는 단계(S8001)는 양안 안저 이미지 학습 데이터를 외부 장치로부터 획득하거나, 메모리로부터 불러오는 것을 포함할 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터는 좌안 또는 우안 라벨링되지 않은 복수의 안저 이미지를 포함할 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터는 좌안 라벨 또는 우안 라벨이 부여된 복수의 안저 이미지를 포함할 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터는 서로 매칭된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 단위 양안 학습 데이터를 복수 개 포함할 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터에 포함되는 좌안 안저 이미지, 우안 안저 이미지 또는 단위 양안 학습 데이터에는 심혈관 질병과 관련된 진단 정보가 라벨링되어 있을 수 있다. 예컨대, 양안 이미지 학습 데이터에 포함되는 좌안 안저 이미지, 우안 안저 이미지 또는 단위 양안 학습 데이터에는 심혈관 질병과 관련된 점수 라벨, 등급 라벨 및 질병 유무

라벨 중 하나 이상의 라벨이 부여되어 있을 수 있다.

[1320]

[1321] 획득된 양안 이미지를 가공하는 단계(S8003)는 양안 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 좌안 안저 이미지 및/또는 우안 안저 이미지를 재구성하는 것을 포함할 수 있다. 획득된 양안 이미지를 가공하는 것은 좌안 안저 이미지 또는 우안 안저 이미지에 포함된 혈관 요소가 강조되도록 재구성하는 것을 포함할 수 있다. 획득된 양안 이미지를 가공하는 단계(S8003)는 전술한 양안 데이터 가공 모듈에 의해 수행될 수 있다.

[1322]

[1323] 가공된 양안 이미지에 기초하여 양안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S8005)는 좌안 안저 이미지 또는 우안 안저 이미지를 포함하는 학습 데이터를 이용하여, 좌안 안저 이미지 또는 우안 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보(예컨대, 관상동맥 점수 정보 또는 관상동맥질환 위험 등급 정보)를 출력하는 양안 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것을 포함할 수 있다. 가공된 양안 이미지에 기초하여 양안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S8005)는 동일인의(즉, 동일 피검체로부터 유래한) 한 쌍의 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 단위 학습 데이터를 복수 개 포함하는 학습 데이터를 이용하여 한 쌍의 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 진단 보조 신경망 모델을 학습할 수 있다. 양안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S8005)는 전술한 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈(131c)을 이용하여 수행될 수 있다.

[1324]

[1325] 학습 결과를 획득하는 단계(S8007)는 학습된 양안 진단 보조 신경망 또는 학습된 양안 진단 보조 신경망을 구성하는 파라미터를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 학습 결과를 획득하는 단계(S8007)는 전술한 양안 학습 결과 획득 모듈(151c)에 의해 수행될 수 있다.

[1326]

[1327] 도 68은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[1328] 도 68을 참조하면, 68A는 데이터 획득 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 68B는 양안 데이터 가공 모듈(또는 좌안 데이터 가공 모듈 및 우안 데이터 가공 모듈)의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 68C는 좌안 진단 보조 신경망 학습 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 68D는 우안 학습 결과 획득 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 68E는 학습 결과 획득 모듈(또는, 좌안 학습 결과 획득 모듈 및 우안 학습 결과 획득 모듈)의 동작을 설명하기 위한 흐름도일 수 있다.

[1329] 다만, 68A 내지 67E 에서 나타내는 동작들이 반드시 위 설명된 모듈들에 의해 수행되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 68A 내지 68E의 동작들은, 하나의

모듈, 예컨대, 양안 진단 보조 신경망 학습 모듈에서 수행될 수도 있다.

- [1330] 도 68을 참조하면, 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은, 양안 이미지 학습 데이터를 획득하는 단계(S9001), 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003), 좌안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9005), 우안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9007) 및 학습 결과를 획득하는 단계(S9009)를 포함할 수 있다. 이하에서 설명하는 진단 보조 신경망 모델의 학습 방법은 전술한 학습 장치, 학습부, 제어부 또는 프로세서에 의해 수행될 수 있다.
- [1331] 양안 이미지 학습 데이터를 획득하는 단계(S9001)는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 양안 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터는 좌안 안저 이미지 학습 데이터 및 우안 안저 이미지 학습 데이터를 포함할 수 있다. 다시 말해, 양안 이미지 학습 데이터는 서로 구분 저장된 좌안 안저 이미지 학습 데이터 및 우안 안저 이미지 학습 데이터를 포함할 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터는 좌안 라벨이 부여된 좌안 안저 이미지 및 우안 라벨이 부여된 우안 안저 이미지를 포함할 수 있다.
- [1332] 양안 이미지 학습 데이터를 획득하는 단계(S9001)는 데이터 획득 모듈, 양안 데이터 가공 모듈에서 수행될 수 있다. 양안 이미지 학습 데이터를 획득하는 단계(S9001)는 좌안 데이터 가공 모듈(111d) 또는 우안 데이터 가공 모듈(111e)에서 각각 수행될 수 있다.
- [1333]
- [1334] 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 양안 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 양안 이미지를 가공하는 것을 포함할 수 있다. 양안 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 양안 이미지를 가공하는 것은 양안 안저 이미지 학습 데이터에 포함된 좌안 안저 이미지 또는 우안 안저 이미지를 신경망 모델의 학습이 용이한 형태로 변환하는 것을 포함할 수 있다. 안저 이미지의 재구성, 변환 또는 가공에 대하여는 본 명세서에서 전술한 내용이 유추 적용될 수 있다. 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 양안 데이터 가공 모듈(111c)에 의해 수행될 수 있다.
- [1335]
- [1336] 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 따로 가공하는 것을 포함할 수 있다. 다시 말해, 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 좌안 안저 이미지에 대하여 좌안 안저 이미지 전처리를 수행하는 단계 및 우안 안저 이미지에 대하여 우안 안저 이미지 전처리를 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 좌안 안저 이미지에 적용되는 전처리는 우안 안저 이미지에 적용되는 전처리와 상이할 수 있다. 예컨대, 좌안 안저 이미지에 적용되는 전처리 필터와 우안 안저 이미지에 적용되는 전처리 필터는 서로 좌우 반전 형태로 마련될 수 있다.
- [1337] 일 실시예에 따르면, 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 임의의 안저 이미지를 획득하고, 좌안 안저 이미지로 변환하는 단계 및/또는 임의의 안저 이미지를 획득하고, 우안 안저 이미지로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

- [1338] 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 좌안 데이터 가공 모듈(111d) 및 우안 데이터 가공 모듈(111e)에 의해 수행될 수 있다. 양안 이미지를 가공하는 단계(S9003)는 생략될 수 있다.
- [1339]
- [1340] 좌안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9005)는 가공된 좌안 안저 이미지 데이터를 이용하여 좌안 안저 이미지에 기초하여 좌안 진단 보조 정보를 출력하는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것을 포함할 수 있다. 좌안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9005)는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 입력 좌안 안저 이미지에 따른 좌안 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 좌안 진단 보조 정보와 입력 좌안 안저 이미지에 부여된 라벨을 비교하고, 그 결과에 기초하여 좌안 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 좌안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9005)는 좌안 진단 보조 신경망 학습 모듈에 의해 수행될 수 있다.
- [1341] 우안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9007)는 가공된 우안 안저 이미지 데이터를 이용하여 우안 안저 이미지에 기초하여 우안 진단 보조 정보를 출력하는 우안 진단 보조 신경망 모델을 학습하는 것을 포함할 수 있다. 우안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9007)는 우안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 입력 우안 안저 이미지에 따른 우안 진단 보조 정보를 획득하고, 획득된 우안 진단 보조 정보와 입력 우안 안저 이미지에 부여된 라벨을 비교하고, 그 결과에 기초하여 우안 진단 보조 신경망 모델을 갱신하는 것을 포함할 수 있다. 우안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9007)는 우안 진단 보조 신경망 학습 모듈에 의해 수행될 수 있다.
- [1342] 좌안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9005) 및 우안 진단 보조 신경망을 학습하는 단계(S9007)는 병렬적으로 수행될 수 있다. 이와 관련하여, 전술한 신경망 모델의 병렬 학습의 내용이 적용될 수 있다.
- [1343]
- [1344] 학습 결과를 획득하는 단계(S9009)는 학습된 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 학습된 우안 진단 보조 신경망 모델을 획득하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 학습 결과를 획득하는 단계(S9009)는 학습된 좌안 진단 보조 신경망 모델을 구성하는 파라미터 및 학습된 우안 진단 보조 신경망 모델을 구성하는 파라미터를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1345]
- [1346] 2.5.5 양안 안저 이미지를 이용한 진단 보조
- [1347] 본 명세서에 따르면, 양안 안저 이미지를 이용하여 피검체에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 시스템, 장치 또는 방법이 제공될 수 있다. 양안 이미지를 이용하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하고 사용자에게 제공함으로써, 진단 결과에 대한 신뢰도가 증진될 수 있다.
- [1348] 전술한 진단 보조 시스템, 진단 장치, 서버 장치, 클라이언트 장치 또는 모바일

장치는 학습된 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 할 수 있다. 각 장치의 진단부, 제어부 또는 프로세서는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 이용한 진단 보조를 수행할 수 있다.

- [1349] 이하에서는, 본 명세서에서 기술한 내용을 기초로, 양안 안저 이미지를 이용하여 심혈관 질병의 진단을 보조하는 경우에 특유한 내용을 중심으로 설명한다.
- [1350]
- [1351] 도 69는 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2004)를 설명하기 위한 도면이다. 도 69를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2004)는, 진단 요청 획득 모듈(214), 양안 진단 보조 모듈(234) 및 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)을 포함하는 진단부(204)를 포함할 수 있다.
- [1352] 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 진단 요청을 획득할 수 있다. 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 양안 안저 이미지(좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지)를 포함하고 양안 안저 이미지에 대한 진단 보조 정보를 요청하는 진단 요청을 획득할 수 있다. 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지를 순차로 획득할 수 있다. 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 대상 좌안 안저 이미지에 대한 진단 요청 및 대상 우안 안저 이미지에 대한 진단 요청을 순차로 획득할 수 있다. 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 대상 좌안 안저 이미지와 대상 우안 안저 이미지를 포함하는 대상 양안 안저 이미지 데이터를 포함하고 진단 보조 정보를 요청하는 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [1353]
- [1354] 양안 진단 보조 모듈(234)은 대상 양안 안저 이미지(또는, 대상 좌안 안저 이미지 및 대상 우안 안저 이미지)를 획득하고, 획득된 대상 양안 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1355] 양안 진단 보조 모듈(234)은 대상 좌안 및 우안 안저 이미지 모두에 대하여 진단 보조 정보를 획득하도록 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용할 수 있다. 양안 진단 보조 모듈(234)은 대상 좌안 안저 이미지를 획득하고, 양안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 대상 좌안 안저 이미지에 대한 좌안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 양안 진단 보조 모듈(231c)은 대상 우안 안저 이미지를 획득하고, 양안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 대상 우안 안저 이미지에 대한 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1356] 양안 진단 보조 모듈(234)은 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 단위 대상 안저 이미지에 기초하여 진단 보조 정보를 획득하도록 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용할 수 있다. 양안 진단 보조 모듈(234)은 동일 피검체의 동일자에 촬영된(혹은 기준 기간 내에 촬영된) 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 단위 대상 안저 이미지를 획득하고, 양안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 단위 대상 안저 이미지에 대한 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다. 단위 대상 안저 이미지는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저

이미지가 병합된 형태이거나, 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지의 특징을 병합한 형태일 수 있다.

[1357]

[1358] 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 획득된 양안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 좌안 진단 보조 정보 또는 우안 안저 이미지에 기초하여 획득된 좌안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 동시에 또는 순차로 출력할 수 있다.

[1359] 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 외부 장치로 양안 진단 보조 정보를 전송하거나, 별도의 메모리에 양안 진단 보조 정보, 좌안 진단 보조 정보 또는 우안 진단 보조 정보를 저장할 수 있다. 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 사용자 인터페이스를 통하여 양안 진단 보조 정보, 좌안 진단 보조 정보 또는 우안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 시각 또는 청각 데이터 형태로 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.

[1360] 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)에 의하여 출력되는 정보는 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 또는 양안 진단 보조 정보일 수 있다. 출력되는 정보는 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 및/또는 양안 진단 보조 정보에 기초하여 결정된 2차 정보일 수 있다. 이와 관련하여, 이하의 양안 진단 보조 정보의 출력 항목에서 보다 상세히 설명한다.

[1361]

[1362] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 장치(2004)는 좌안 진단 모드로 동작할 수 있다. 좌안 진단 모드는 진단 장치(2004)가 사용자로부터 좌안 진단 요청 또는 양안 진단 요청을 획득함에 따라 개시될 수 있다.

[1363] 좌안 진단 모드에서, 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 사용자로부터 좌안 진단 요청을 획득할 수 있다. 좌안 진단 모드에서, 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 대상 좌안 안저 이미지 및 좌안 진단 보조 정보를 요청하는 좌안 진단 요청을 획득할 수 있다.

[1364] 좌안 진단 모드에서, 양안 진단 보조 모듈(234)은 대상 좌안 안저 이미지를 획득하고, 양안 진단 보조 신경망 모델을 통하여 대상 좌안 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.

[1365] 좌안 진단 모드에서, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 대상 좌안 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 예컨대, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 대상 좌안 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 대상 좌안 안저 이미지와 함께 사용자 인터페이스의 좌안 진단 정보 표시부를 통하여 출력할 수 있다.

[1366] 좌안 진단 모드가 사용자의 좌안 진단 요청에 의해 획득된 경우, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 좌안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 좌안 진단 모드가 사용자의 양안 진단 요청에 의해 획득된 경우, 양안 진단 보조 정보 출력

모듈(254)은 좌안 진단 보조 정보를 우안 진단 보조 정보와 함께 출력할 수 있다.

[1367]

[1368] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 장치(2004)는 우안 진단 모드로 동작할 수 있다. 좌안 진단 모드는 진단 장치(2004)가 사용자로부터 좌안 진단 요청 또는 양안 진단 요청을 획득함에 따라 개시될 수 있다.

[1369] 우안 진단 모드에서, 양안 진단 요청 획득 모듈(211c)은 사용자로부터 우안 진단 요청, 예컨대, 대상 우안 안저 이미지 및 우안 진단 보조 정보를 요청하는 우안 진단 요청을 획득할 수 있다.

[1370] 우안 진단 모드에서, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(251c)은 대상 우안 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 예컨대, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(251c)은 대상 우안 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 대상 우안 안저 이미지와 함께 사용자 인터페이스의 우안 진단 정보 표시부를 통하여 출력할 수 있다.

[1371] 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은, 우안 진단 모드가 사용자의 우안 진단 요청에 의해 획득된 경우, 우안 진단 보조 정보를 출력하고, 우안 진단 모드가 사용자의 양안 진단 요청에 의해 획득된 경우, 우안 진단 보조 정보를 좌안 진단 보조 정보와 함께 출력할 수 있다.

[1372]

[1373] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 장치(2004)는 양안 진단 모드로 동작할 수 있다. 좌안 진단 모드는 진단 장치(2004)가 사용자로부터 양안 진단 요청을 획득함에 따라 개시될 수 있다.

[1374] 양안 진단 모드에서, 양안 진단 요청 획득 모듈(214)은 사용자로부터 양안 진단 요청을 획득할 수 있다. 양안 진단 모드에서, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 대상 양안 안저 이미지(예컨대, 서로 매칭된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 대상 데이터 또는 서로 매칭된 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지에 기초하여 생성된 합성 이미지)에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 예컨대, 양안 진단 보조 정보 출력 모듈(254)은 신경망 모델을 통하여 획득된 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보를 대상 양안 안저 이미지와 함께 사용자 인터페이스의 진단 정보 표시부를 통하여 출력할 수 있다.

[1375]

[1376] 도 70은 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2005)를 설명하기 위한 도면이다. 도 70을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 진단 장치(2005)는, 좌안 진단 요청 획득 모듈(215a), 좌안 진단 보조 모듈(235a) 및 좌안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)을 포함하는 좌안 진단부(205a) 및 우안 진단 요청 획득 모듈(215b), 우안 진단 보조 모듈(235b) 및 우안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)을 포함하는 우안 진단부(205b)를 포함할 수 있다.

[1377] 도 70과 관련하여 및 이하에서 설명되는 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 우안

- 진단 보조 신경망 모델을 이용한 진단 보조에 대하여, 본 명세서에서 전술한 신경망 모델의 병렬 이용과 관련된 내용이 유사하게 적용될 수 있다.
- [1378] 좌안 진단 요청 획득 모듈(215a)은 좌안 안저 이미지에 대응되는 진단 보조 정보를 요청하는 좌안 진단 요청을 획득할 수 있다. 좌안 진단 요청 획득 모듈(211d)은 좌안 안저 이미지 및 좌안 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [1379] 좌안 진단 보조 모듈(235a)은 대상 좌안 안저 이미지를 획득하고, 좌안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 대상 좌안 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보인 좌안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1380] 좌안 진단 보조 정보 출력 모듈(251d)은 좌안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1381]
- [1382] 우안 진단 요청 획득 모듈(215b)은 우안 안저 이미지에 대응되는 진단 보조 정보를 요청하는 우안 진단 요청을 획득할 수 있다. 우안 진단 요청 획득 모듈(215b)은 우안 안저 이미지 및 우안 진단 요청을 획득할 수 있다.
- [1383] 우안 진단 보조 모듈(235b)은 대상 우안 안저 이미지를 획득하고, 우안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여 대상 우안 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보인 우안 진단 보조 정보를 획득할 수 있다.
- [1384] 우안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)은 우안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 우안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)과 좌안 진단 보조 정보 출력 모듈(255a)은 함께 진단 보조 정보를 출력할 수 있다. 우안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)과 좌안 진단 보조 정보 출력 모듈(255a)은 하나의 사용자 인터페이스를 통하여 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1385]
- [1386] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 장치(2005)는 좌안 진단 모드로 동작할 수 있다. 좌안 진단 모드는 진단 장치(2005)가 사용자로부터 좌안 진단 요청 또는 양안 진단 요청을 획득함에 따라 개시될 수 있다.
- [1387] 좌안 진단 모드에서, 좌안 진단 요청 획득 모듈(215a)은 좌안 안저 이미지를 획득하고, 좌안 진단 보조 모듈(235a)은 좌안 안저 이미지에 기초하여 좌안 진단 보조 정보를 획득하고, 좌안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)은 좌안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1388] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 장치(2005)는 우안 진단 모드로 동작할 수 있다. 우안 진단 모드는 진단 장치(2005)가 사용자로부터 우안 진단 요청 또는 양안 진단 요청을 획득함에 따라 개시될 수 있다.
- [1389] 우안 진단 모드에서, 우안 진단 요청 획득 모듈(215b)은 우안 안저 이미지를 획득하고, 우안 진단 보조 모듈(235b)은 우안 안저 이미지에 기초하여 우안 진단 보조 정보를 획득하고, 우안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)은 우안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1390] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 진단 장치(2005)는 양안 진단 모드로 동작할 수 있다. 양안 진단 모드는 진단 장치(2005)가 사용자로부터 양안 진단 요청을

획득함에 따라 개시될 수 있다.

- [1391] 양안 진단 모드에서, 좌안 진단 요청 획득 모듈(215a)은 좌안 안저 이미지를 획득하고, 우안 진단 요청 획득 모듈(215b)은 우안 안저 이미지를 획득하고, 좌안 진단 보조 모듈(235a)은 좌안 안저 이미지에 기초하여 좌안 진단 보조 정보를 획득하고, 우안 진단 보조 모듈(235b)은 우안 안저 이미지에 기초하여 우안 진단 보조 정보를 획득하고, 좌안 진단 보조 정보 출력 모듈(255a)은 좌안 진단 보조 정보를 출력하고, 우안 진단 보조 정보 출력 모듈(255b)은 우안 진단 보조 정보를 출력할 수 있다.
- [1392]
- [1393] 도 71은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [1394] 도 71을 참조하면, 71A는 데이터 획득 모듈(또는 진단 요청 획득 모듈)의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 71B는 진단 보조 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 71C는 양안 진단 보조 정보 출력 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 다만, 71A 내지 71C에서 나타내는 동작들은 반드시 위 설명한 모듈들에 의해 수행되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 71A 내지 71C의 동작들은, 하나의 모듈, 예컨대, 양안 진단 보조 모듈, 진단 장치의 프로세서 또는 제어부 등에서 수행될 수도 있다.
- [1395] 도 71을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1101), 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1103), 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1105) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)를 포함할 수 있다. 도 71과 관련하여 설명하는 심혈관 질병의 전부 또는 일부는 진단 보조 방법, 진단 장치가 좌안 진단 모드, 우안 진단 모드 또는 양안 진단 모드일 때 수행될 수 있다.
- [1396] 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1101)는 피검체의 좌안 대상 안저 이미지 및 우안 대상 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1101)는 양안 진단 대상 이미지 및 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1397] 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1103)는 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 획득된 좌안 대상 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1103)는 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 획득된 좌안 대상 안저 이미지에 대한 칼슘 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1398] 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1105)는 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 획득된 우안 대상 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 우안 진단 보조 정보를 획득하는

- 단계(S1105)는 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 획득된 우안 대상 안저 이미지에 대한 칼슘 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1399] 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1103) 및 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1105)는 순차로 또는 일부 동시에 수행될 수 있으며, 순서는 변경될 수 있다. 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1103) 및 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1105)의 수행 순서는 사용자 입력에 따라 결정될 수 있다.
- [1400] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)는 획득된 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)는 획득된 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 순차로 또는 함께 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)는 획득된 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 사용자 인터페이스를 통하여 출력하는 것을 포함할 수 있다.
- [1401] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 것을 포함할 수 있다.
- [1402] 출력 진단 보조 정보는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 중 선택된 진단 보조 정보일 수 있다. 출력 진단 보조 정보는 미리 정해진 우선 순위에 따라 선택된 진단 보조 정보일 수 있다. 출력 진단 보조 정보는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 중 선택된 기준 진단 보조 정보 및 기준 진단 보조 정보에 맞추어 보정된 나머지 진단 보조 정보일 수 있다.
- [1403] 출력 진단 보조 정보는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조에 기초하여 생성된 2차 진단 보조 정보일 수 있다. 출력 진단 보조 정보는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조에 기초하여 생성된 처방 정보, 지시 정보 등일 수 있다.
- [1404]
- [1405] 한편, 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우가 있을 수 있다.
- [1406] 예컨대, 좌안 또는 우안 진단 보조 정보가 질병 유무 정보인 경우, 좌안 진단 보조 정보는 피검체가 대상 질병을 보유함을 나타내는 비정상 정보이고, 우안 진단 보조 정보는 피검체가 대상 질병을 보유하지 않음을 나타내는 정상 정보일 수 있다. 또 예컨대, 좌안 또는 우안 진단 보조 정보가 등급 정보인 경우, 좌안 진단 보조 정보는 피검체가 경도 위험군에 속함을 나타내는 B 등급 정보이고, 우안 진단 보조 정보는 피검체가 중등도 위험군에 속함을 나타내는 C 등급 정보일 수 있다. 또 예컨대, 좌안 또는 우안 진단 보조 정보가 점수 정보인 경우, 좌안 진단 보조 정보는 피검체의 심혈관 질병 진단 보조를 위한 점수가 5임을 나타내는 점수 정보이고, 우안 진단 보조 정보는 피검체의 심혈관 질병 진단 보조를 위한 점수가 12임을 나타내는 점수 정보일 수 있다.
- [1407] 이하에서는, 위 경우들과 같이 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우를 고려하였을 때, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조

정보를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 것을 포함하는 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)와 관련하여, 몇몇 실시예를 들어 설명한다.

[1408]

[1409] 일 예로, 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 비교하는 단계 및 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[1410] 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 일치하는 경우, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 또는 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보의 중간 정보(중간 값)을 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[1411] 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 미리 정해진 우선 순위에 따라 선택된 어느 하나를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[1412] 예컨대, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 높은 위험도를 나타내는 정보가 출력 진단 보조 정보로 결정될 수 있다.

[1413] 구체적인 예로, 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 좌안 심혈관 질병 위험도 등급 정보와 우안 안저 이미지에 기초하여 획득된 우안 심혈관 질병 위험도 등급 정보가 일치하는 경우, 그 심혈관 질병 위험도 등급 정보가 출력 진단 보조 정보로 결정되고, 좌안 심혈관 질병 위험도 등급 정보가 우안 심혈관 질병 위험도 등급 정보와 불일치하는 경우, 둘 중 피검체가 보다 위험한 상태임을 나타내는 등급 정보가 출력 진단 보조 정보로 결정될 수 있다.

[1414] 예컨대, 좌안 심혈관 질병 위험도 등급 정보가 피검체가 정상군에 속함을 나타내는 A 등급 정보이고 우안 심혈관 위험 등급 정보가 피검체가 경도위험군에 속함을 나타내는 B 등급 정보인 경우, 출력되는 진단 보조 정보는 B 등급 정보로 결정될 수 있다.

[1415] 다른 구체적인 예로, 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 좌안 심혈관 질병 유무 정보와 우안 안저 이미지에 기초하여 획득된 우안 심혈관 질병 유무 정보가 일치하는 경우, 그 심혈관 질병 유무 정보를 출력 진단 보조 정보로 결정하고, 좌안 심혈관 질병 유무 정보와 우안 심혈관 질병 유무 정보가 불일치하는 경우에는 피검체가 위험군에 속함을 나타내는 질병 유무 정보를 출력 진단 보조 정보로 결정할 수 있다.

[1416] 예컨대, 좌안 심혈관 질병 유무 정보는 피검체가 정상군에 속함을 나타내는

정상 정보이고, 우안 심혈관 질병 유무 정보는 피검체가 비정상군에 속함을 나타내는 비정상 정보인 경우, 출력 진단 보조 정보는 비정상 진단 보조 정보로 결정될 수 있다.

[1417] 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 차이가 임계치를 초과하는지 여부를 판단하는 것을 포함할 수 있다.

[1418]

[1419] 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 차이가 임계치를 초과하는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우와 동일하게 취급할 수 있다. 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 차이가 임계치를 초과하는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[1420] 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 차이가 임계치를 초과하지 않는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 일치하는 경우와 동일하게 취급할 수 있다. 비교 결과를 고려하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 차이가 임계치를 초과하지 않는 경우, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 또는 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보의 중간 정보(중간 값)을 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[1421]

[1422] 다른 예로, 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되는지 판단하는 단계 및 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[1423] 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 그 진단 보조 정보를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 또는 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보의 중간 정보(중간 값)을 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다. 또는, 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 최대값을 가지는 정보 또는 최소값을 가지는 정보를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[1424] 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조

정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 또는 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보의 중간 정보(중간 값 또는 평균 값)을 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다. 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 최대값을 가지는 정보 또는 최소값을 가지는 정보를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다.

[1425] 판단 결과에 기초하여 출력 진단 보조 정보를 결정하는 단계는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 선택된 어느 하나를 출력 진단 보조 정보로 결정하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보가 매칭되지 않는 경우, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 높은 위험도를 나타내는 정보가 출력 진단 보조 정보로 결정될 수 있다.

[1426] 구체적인 예로, 좌안 진단 보조 정보가 피검체의 좌안 이미지에 기초하여 획득된 심혈관 질병 진단 보조 점수를 나타내는 좌안 점수 정보와 우안 진단 보조 정보가 피검체의 우안 이미지에 기초하여 획득된 심혈관 질병 진단 보조 점수를 나타내는 우안 점수 정보가 매칭되는 경우, 우안 점수 정보, 좌안 점수 정보 또는 우안 점수 정보와 좌안 점수 정보의 평균값이 출력 점수 정보로 결정될 수 있다. 우안 점수 정보와 좌안 점수 정보가 매칭되지 않는 경우, 보다 위험도가 높음을 나타내는 점수 정보가 출력 점수 정보로 결정될 수 있다.

[1427] 우안 점수 정보와 좌안 점수 정보의 매칭 여부는 미리 정해진 기준에 따라 결정될 수 있다. 예컨대, 우안 점수 정보와 좌안 점수 정보의 매칭 여부를 판단하는 것은, 도 32에서 도시하는 것과 같은 등급-점수 관계 테이블을 이용하여, 좌안 점수 정보와 우안 점수 정보가 같은 등급에 매칭되는 경우 좌안 점수 정보와 우안 점수 정보는 매칭되는 것으로 판단하고, 우안 점수 정보와 좌안 점수 정보가 다른 등급에 매칭되는 경우, 우안 점수 정보와 좌안 점수 정보는 매칭되지 않는 것으로 판단하는 것을 포함할 수 있다.

[1428]

[1429] 위 실시예들에서는, 피검체에 대하여 보다 안정적인 진단 보조 결과를 제공하기 위하여, 좌안에서 나타내는 정보와 우안에서 나타내는 정보가 불일치하는 경우에, 보다 위험도가 높음을 나타내는 정보를 선택하여 출력하는 경우들을 기준으로 설명하였으나, 본 명세서에 따른 발명에 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 정밀 검사가 복잡하거나 신경망 모델을 통한 판단 시 실제보다 위험도가 높은 것으로 판단되는 경향성이 있는 경우에는, 보다 저위험을 나타내는 진단 보조 정보가 출력 진단 보조로 결정 및 출력될 수도 있다.

[1430]

[1431] 도 72는 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [1432] 도 72를 참조하면, 72A는 데이터 획득 모듈(또는 진단 요청 획득 모듈)의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 72B는 양안 진단 보조 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 72C은 양안 진단 보조 정보 출력 모듈의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 다만, 72A 내지 72C에서 나타내는 동작들은 반드시 위에 설명된 모듈에 의해 수행되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 72A 내지 72C에서 나타내는 동작들은 하나의 모듈, 예컨대 양안 진단 보조 모듈, 진단 장치의 프로세서 또는 제어부 등에서 수행될 수도 있다.
- [1433] 도 72를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1201), 양안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1203) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1205)를 포함할 수 있다. 도 72와 관련하여 설명하는 심혈관 질병의 전부 또는 일부는 진단 보조 방법은, 진단 장치가 좌안 진단 모드, 우안 진단 모드 또는 양안 진단 모드일 때 수행될 수 있다.
- [1434] 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1201)는 피검체의 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 양안 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1435] 양안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1203)는 양안 안저 이미지를 입력으로 하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 양안 안저 이미지로부터 피검체에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 양안 진단 보조 신경망 모델은, 서로 매칭된(다시 말해, 동일인의 동일 시기에 촬영된) 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 포함하는 양안 대상 안저 이미지를 입력으로 하여 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습된 신경망 모델일 수 있다. 양안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1203)는 학습된 양안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 대상 양안 안저 이미지에 따른 양안 심혈관 질병 진단 보조 정보, 예컨대, 양안 칼슘 정보, 양안 등급 정보 또는 양안 질병 유무 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.
- [1436] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1305)는 획득된 양안 진단 보조 정보 또는 양안 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 2차 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다. 진단 보조 정보의 출력은 본 명세서에서 전술한 것과 유사하게 수행될 수 있다.
- [1437]
- [1438] 도 73은 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [1439] 도 73의 73A는 데이터 획득 모듈(또는 진단 요청 획득 모듈)의 동작의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다. 73B는 좌안 진단 보조 모듈의 동작의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다. 73C는 우안 진단 보조 모듈의 동작의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다. 73D는 양안 진단 보조 정보 출력 모듈의 동작의 일

예를 설명하기 위한 흐름도이다. 다만, 73A 내지 73D 에서 나타내는 동작들은 반드시 위에 설명된 모듈에 의해 수행되어야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 73A 내지 73C 에서 나타내는 동작들은 하나의 모듈, 예컨대 양안 진단 보조 모듈, 진단 장치의 프로세서 또는 제어부 등에서 수행될 수도 있다.

[1440]

[1441] 도 73을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심혈관 질병의 진단 보조 방법은 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1301), 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1303), 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1305) 및 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1307)를 포함할 수 있다. 도 73과 관련하여 설명하는 심혈관 질병의 전부 또는 일부는 진단 보조 방법, 진단 장치가 좌안 진단 모드, 우안 진단 모드 또는 양안 진단 모드일 때 수행될 수 있다.

[1442] 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1301)는 좌안 안저 이미지 및 우안 안저 이미지를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 양안 진단 대상 이미지를 획득하는 단계(S1301)는 좌안 안저 이미지에 대한 진단 요청 및/또는 우안 안저 이미지에 대한 진단 요청을 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1443]

[1444] 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1303)는 좌안 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습된 좌안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 좌안 대상 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보, 예컨대, 양안 칼슘 정보, 양안 등급 정보 또는 양안 질병 유무 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1303)는 좌안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 좌안 대상 안저 이미지에 대한 칼슘 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1445] 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1305)는 우안 안저 이미지에 따른 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하도록 학습된 우안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 획득된 우안 대상 안저 이미지에 대한 심혈관 질병 진단 보조 정보, 예컨대, 양안 칼슘 정보, 양안 등급 정보 또는 양안 질병 유무 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다. 예컨대, 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1103)는 우안 진단 보조 신경망 모델을 이용하여, 획득된 우안 대상 안저 이미지에 대한 칼슘 점수 정보를 획득하는 것을 포함할 수 있다.

[1446] 좌안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1303) 및 우안 진단 보조 정보를 획득하는 단계(S1305)는 병렬적으로 수행될 수 있다. 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 우안 진단 보조 신경망 모델은 병렬적으로 마련되고 이용될 수 있다. 좌안 진단 보조 신경망 모델 및 우안 진단 보조 신경망 모델을 이용한 심혈관 질병의 병렬 진단 보조와 관련하여, 전술한 병렬 진단 보조 시스템 등에 관한 내용이 적용될 수 있다.

[1447] 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1307)는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 또는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보에 기초하여 생성된

2차 정보를 출력하는 것을 포함할 수 있다.

- [1448] 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우가 있을 수 있다. 좌안 진단 보조 정보와 우안 진단 보조 정보가 불일치하는 경우의 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1307)는 도 71과 관련하여 전술한 진단 보조 정보를 출력하는 단계(S1107)과 유사하게 구현될 수 있다.

[1449]

- [1450] 2.5.6 양안 진단 보조 정보의 제공

- [1451] 양안 이미지에 기초하여 획득된 진단 보조 정보는 사용자에게 제공될 수 있다. 클라이언트 장치, 모바일 장치 또는 진단 장치는 진단 보조 정보를 사용자에게 제공할 수 있다. 진단 보조 정보는 사용자 인터페이스를 통하여 사용자에게 제공될 수 있다.

- [1452] 진단 보조 정보가 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보를 포함하는 경우, 각각의 진단 보조 정보가 사용자에게 제공될 수 있다. 일 예로, 사용자 인터페이스는 좌안 정보 표시부 및 우안 정보 표시부를 포함하고, 클라이언트 장치는 좌안 정보 표시부를 통하여 좌안 진단 정보를 출력하고 우안 정보 표시부를 통하여 우안 진단 정보를 출력할 수 있다.

[1453]

- [1454] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 신경망 모델을 통하여 획득된 양안 진단 보조 정보, 양안 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 출력 진단 보조 정보 또는 양안 진단 보조 정보 또는 출력 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 2차 정보가 사용자에게 제공될 수 있다.

- [1455] 사용자에게 제공되는 양안 진단 보조 정보는, 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득된 좌안 진단 보조 정보, 우안 안저 이미지에 기초하여 획득된 우안 진단 보조 정보 또는 양안 안저 이미지(또는 양안 합성 이미지 또는 양안 합성 데이터)에 기초하여 획득된 양안 진단 보조 정보일 수 있다. 예컨대, 양안 진단 보조 정보는, 좌안 안저 이미지에 기초하여 획득되고 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 좌안 질병 유무 정보, 좌안 등급 정보 또는 좌안 점수 정보를 포함할 수 있다. 또 예컨대, 양안 진단 보조 정보는, 우안 안저 이미지에 기초하여 획득되고 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 우안 질병 유무 정보, 우안 등급 정보 또는 우안 점수 정보일 수 있다.

- [1456] 사용자에게 제공되는 출력 진단 보조 정보는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 출력 진단 보조 정보일 수 있다. 출력 진단 보조 정보는, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 또는 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 중간 정보(또는 중간 값)일 수 있다. 출력 진단 보조 정보는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 선택된 정보일 수 있다. 출력 진단 보조 정보는, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보 중 선택된 기준 정보 및 보정된 나머지 정보를 포함할 수 있다.

[1457]

- [1458] 사용자에게 제공되는 2차 정보는, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 및/또는 양안 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 2차 정보일 수 있다. 2차 정보(또는 추가 정보)는, 처방 정보, 지시 정보 또는 CAM 등을 포함할 수 있다. 2차 정보와 관련하여서는 본 명세서에서 전술한 내용이 적용될 수 있다.
- [1459] 양안 별 추가 정보가 제공될 수 있다. 예컨대, 좌안에 기초하여 획득된 좌안 진단 보조 정보로부터 획득된 좌안 추가 정보 및 우안에 기초하여 획득된 우안 진단 보조 정보로부터 획득된 우안 추가 정보가 제공될 수도 있다. 추가 정보는 사용자 인터페이스를 통하여 제공될 수 있다. 예컨대, 클라이언트 장치는 사용자 인터페이스의 좌안 정보 표시부를 통하여 좌안 추가 정보를 출력하고, 우안 정보 표시부를 통하여 우안 추가 정보를 출력할 수 있다.
- [1460] 일 실시예에 따르면, 좌안 진단 보조 정보 및 우안 진단 보조 정보의 차이가 임계치를 초과하는 경우, 좌안 진단 보조 정보, 우안 진단 보조 정보 및 사용자에게 비정상적 차이가 발생하였음을 나타내는 안내가 함께 출력될 수 있다.
- [1461] 예컨대, 좌안에 기초하여 획득된 칼슘 점수를 나타내는 좌안 점수 정보와 우안에 기초하여 획득된 칼슘 점수 정보를 나타내는 우안 점수 정보의 차이가 기준 차이를 초과하는 경우, 클라이언트 장치는 좌안 점수 정보, 우안 점수 정보 및 양안으로부터 얻어진 점수 정보가 비정상적으로 큼을 나타내는 안내를 함께 출력할 수 있다. 예컨대, 클라이언트 장치는, 좌안 점수 정보가 우안 점수 정보보다 큰 경우, 좌안 점수 정보, 우안 점수 정보 및 좌안 점수 정보를 강조하는 시각 효과를 함께 출력할 수 있다.
- [1462] 또 예컨대, 클라이언트 장치는, 좌안으로부터 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보(예컨대, 좌안 칼슘 정보)가 우안으로부터 획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보에 비하여 월등히 큰 경우, 피검체의 좌안과 관련된 순환계에 비정상 상태가 발생하였음을 알리는 안내를 출력할 수 있다. 예컨대, 클라이언트 장치는, 좌안과 연결된 혈관에 경화, 협착 또는 혈전 등의 이상 징후가 있을 수 있음을 나타내는 안내를 출력할 수 있다.
- [1463]
- [1464] 이상에서는, 안저 이미지의 품질 판단 또는 적합성 판단 방법을 데이터 베이스 구축, 신경망 모델의 학습 및 신경망 모델의 구동에 적용하는 경우를 기준으로 설명하였으나, 본 명세서에서 개시하는 발명의 내용이 이에 한정되는 것은 아니다. 안저 이미지가 아닌 이미지의 경우라도, 이미지에 소정 영역에 흠결이 발생할 수 있고, 이미지에 기초하여 소정의 정보가 획득되는 경우, 본 명세서에서 개시하는 발명의 내용이 유추 적용될 수 있다.
- [1465]
- [1466] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로

수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[1467] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

[1468]

청구범위

- [청구항 1] 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 방법에 있어서,
 피검체의 안저를 촬영한 대상 안저 이미지를 획득하는 단계;
 상기 대상 안저 이미지에 기초하여, 상기 안저 이미지에 따른 상기 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 상기 대상 안저 이미지에 따른 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계; 및
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계;를 포함하되,
 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보는 상기 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 상기 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 상기 피검체의 상기 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 대상 심혈관 질병의 진단을 용이하게 하기 위하여, 상기 대상 안저 이미지에 포함된 혈관 요소가 강조되도록 상기 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계;를 더 포함하고,
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계는, 상기 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 것을 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계는,
 상기 대상 안저 이미지에, 상기 대상 안저 이미지에 포함된 상기 혈관이 분포하는 영역을 강조하는 전처리를 수행하는 것을 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
 상기 대상 안저 이미지를 재구성하는 단계는,
 상기 대상 안저 이미지에 포함된 상기 혈관이 분포하는 영역을 추출하는 것을 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환인,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.

- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 등급 정보는 상기 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는
 관상동맥질환 위험 등급 정보이고, 상기 점수 정보는 상기 관상동맥
 질환의 진단에 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보이고, 상기 위험 정보는
 상기 피검체의 상기 관상동맥지로한에 대한 위험군 해당 여부를
 나타내는 관상동맥 질환 위험 정보인,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은, 진단 보조 정보 라벨이
 부여된 복수의 상기 안저 이미지를 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를
 이용하여, 상기 안저 이미지에 기초하여 상기 심혈관 질병 진단 보조
 정보를 출력하도록 학습된,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계는 상기 대상
 안저 이미지에 따른 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대한 클래스
 액티베이션 맵(class activation map)을 획득하는 것을 더 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계는,
 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대한 클래스 액티베이션 맵에
 기초하여 생성되고, 상기 대상 안저 이미지에 대응되는 형태로 마련되어
 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보와 관련된 특징 영역을 표시하는 심혈관
 질병 진단 보조 피쳐 맵을 출력하는 것을 더 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계는,
 상기 대상 안저 이미지 및 상기 심혈관 질병 진단 보조 피쳐 맵을
 중첩하여 출력하는 것을 포함하는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계는
 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보에 기초하여 결정된 지시
 정보를 출력하는 것을 더 포함하고,
 상기 지시 정보는 미리 저장된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보
 관계를 이용하여 결정되는,
 심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,

상기 지시 정보는 미리 마련된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계에 따라 결정되고, 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계는 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대응되는 상기 피검체에 대해 가능한 의료적 처치 방법을 포함하는, 심혈관 질병의 진단 보조 방법.

[청구항 13] 제1항에 있어서,
상기 대상 안저 이미지에 기초하여, 상기 안저 이미지에 따른 상기 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 상기 대상 안저 이미지에 따른 상기 피검체의 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 심혈관 질병의 진단 보조 방법.

[청구항 14] 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하기 위한 방법에 있어서,
피검체의 안저를 촬영한 대상 안저 이미지를 획득하는 단계;
상기 대상 안저 이미지에 대하여 혈관 요소가 강조되도록 하는 재구성을 수행하여 획득된 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여, 상기 안저 이미지에 기초하여 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 단계; 및
상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계; 를 포함하되,
상기 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델은 혈관 요소가 강조된 복수의 상기 안저 이미지 및 상기 복수의 안저 이미지에 부여된 심혈관 질병 진단 보조 라벨을 포함하는 안저 이미지 학습 데이터를 이용하여 학습된, 심혈관 질병의 진단 보조 방법.

[청구항 15] 제14항에 있어서,
상기 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환이고,
상기 심혈관 질병 진단 보조 정보는 상기 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 상기 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 상기 피검체의 상기 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 심혈관 질병의 진단 보조 방법.

[청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 등급 정보는 상기 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는 관상동맥질환 위험 등급 정보이고, 상기 점수 정보는 상기 관상동맥 질환의 진단에 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보이고, 상기 위험 정보는 상기 피검체의 상기 관상동맥질환에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는

관상동맥 질환 위험 정보인,
심혈관 질병의 진단 보조 방법.

- [청구항 17] 제14항에 있어서,
상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 단계는, 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보에 기초하여 획득된 지시 정보를 출력하는 것을 더 포함하고,
상기 지시 정보는 미리 마련된 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계에 따라 결정되되, 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보-지시 정보 관계는 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보에 대응되는 상기 피검체에 대해 가능한 의료적 처치 방법을 포함하는,
심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 18] 제14항에 있어서,
상기 대상 안저 이미지에 기초하여, 상기 안저 이미지에 따른 상기 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 상기 대상 안저 이미지에 따른 상기 피검체의 상기 안질환 진단 보조 정보를 획득하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
심혈관 질병의 진단 보조 방법.
- [청구항 19] 안저 이미지를 이용하여 대상 심혈관 질병의 진단을 보조하는 진단 장치에 있어서,
피검체의 안저를 촬상하여 대상 안저 이미지를 획득하는 안저 이미지 획득부;
상기 대상 안저 이미지에 기초하여, 상기 안저 이미지에 따른 상기 대상 심혈관 질병의 진단에 이용되는 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여, 상기 대상 안저 이미지에 따른 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부; 및
획득된 심혈관 질병 진단 보조 정보를 출력하는 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부;를 포함하되,
상기 심혈관 질병 진단 보조 정보는 상기 대상 심혈관 질병의 위험도를 나타내는 복수의 등급 중 선택된 등급을 포함하는 등급 정보, 상기 대상 심혈관 질병의 위험도를 판단하기 위한 수치 정보인 점수 정보 및 상기 피검체의 상기 대상 심혈관 질병의 위험군 해당 여부를 나타내는 위험 정보 중 적어도 하나를 포함하는,
심혈관 질병 진단 보조 장치.
- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 대상 심혈관 질병의 진단을 용이하게 하기 위하여, 상기 대상 안저 이미지에 포함된 혈관 요소가 강조되도록 상기 대상 안저 이미지를 재구성하는 안저 이미지 재구성부;를 더 포함하되,

상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부는 상기 재구성된 대상 안저 이미지에 기초하여 상기 피검체의 심혈관 질병 진단 보조 정보를 획득하는

심혈관 질병 진단 보조 장치.

[청구항 21]

제19항에 있어서,

상기 대상 심혈관 질병은 관상동맥 질환이고,

상기 등급 정보는 상기 관상동맥 질환에 대한 위험도를 나타내는

관상동맥질환 위험 등급 정보이고, 상기 점수 정보는 상기 관상동맥

질환의 진단에 이용되는 관상동맥 칼슘 점수 정보이고, 상기 위험 정보는

상기 피검체의 상기 관상동맥질환에 대한 위험군 해당 여부를 나타내는

관상동맥 질환 위험 정보인,

심혈관 질병 진단 보조 장치.

[청구항 22]

제19항에 있어서,

상기 심혈관 질병 진단 보조 정보 획득부는 상기 심혈관 질병 진단 보조

정보에 대한 클래스 액티베이션 맵을 획득하고,

상기 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부는 대상 안저 이미지에 대응되는

형태로 마련되어 상기 심혈관 질병 진단 보조 정보와 관련된 특정 영역을

표시하는 심혈관 질병 진단 보조 피쳐 맵을 출력하는,

심혈관 질병 진단 보조 장치.

[청구항 23]

제19항에 있어서,

상기 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부는 상기 피검체의 심혈관 질병

진단 보조 정보에 기초하고, 미리 저장된 심혈관 질병 진단 보조

정보-지시 정보 관계를 이용하여 결정된 지시 정보를 출력하는 것을

포함하는

심혈관 질병 진단 보조 장치.

[청구항 24]

제19항에 있어서,

상기 대상 안저 이미지에 기초하여, 상기 안저 이미지에 따른 상기 안질환

진단 보조 정보를 획득하는 심혈관 질병 진단 보조 신경망 모델을 통하여,

상기 대상 안저 이미지에 따른 상기 피검체의 안질환 진단 보조 정보를

획득하는 안질환 진단 보조 정보 획득부;를 더 포함하고,

상기 심혈관 질병 진단 보조 정보 출력부는 상기 안질환 진단 보조 정보를

출력하는,

심혈관 질병 진단 보조 장치.

[청구항 25]

제1항 내지 제 18항 중 어느 한 항의 방법을 실행하는 프로그램을 기록한

것을 특징으로 하는 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.