



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0052440
(43) 공개일자 2024년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/80 (2018.01) A61B 6/00 (2024.01)
G06N 3/08 (2023.01) G06V 10/26 (2022.01)
G06V 10/30 (2022.01) G06V 10/82 (2022.01)
G16H 30/20 (2018.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/70 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/80 (2018.01)
A61B 6/5294 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0132467

(22) 출원일자 2022년10월14일

심사청구일자 2022년10월14일

(71) 출원인

국립부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

(72) 발명자

권기룡

부산광역시 해운대구 좌동순환로 117, 201동 903호 (좌동, 롯데2차아파트)

(74) 대리인

유성원, 임종우

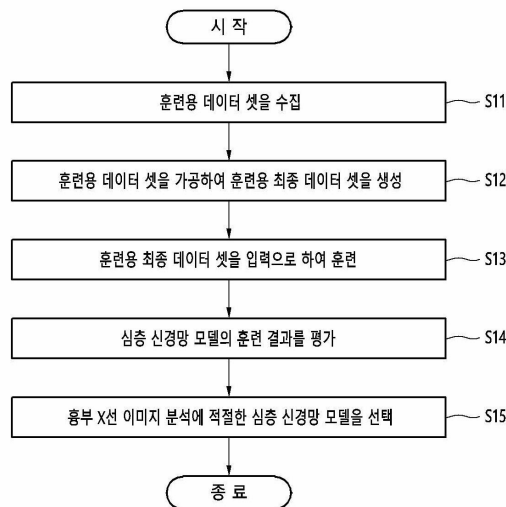
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법, 이를 위한 시스템, 및 이에 의해 훈련된 신경망을 이용한 COVID-19 진단 장치

(57) 요약

본 발명은 신경망 모델을 이용하여 COVID-19를 진단하는 것과 관련된 것으로, 흉부 X선 이미지를 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가할 수 있도록 훈련 데이터 셋을 이용하여 신경망 모델을 훈련시키고, 훈련된 신경망 모델을 이용하여 진단 대상의 흉부 X선 이미지를 분석함으로써 유형을 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가하는 것과 관련된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2023.01)
 G06V 10/273 (2023.08)
 G06V 10/30 (2023.08)
 G06V 10/82 (2022.01)
 G16H 30/20 (2018.01)
 G16H 30/40 (2018.01)
 G16H 50/20 (2018.01)
 G16H 50/70 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711160306
과제번호	2020-0-01797-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명	블록체인 기반 및 플랫폼 분야 핵심기술 개발 및 미래 혁신인재 양성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부산대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345349183
과제번호	2020R1I1A3066594
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	학문균형발전지원사업-지역대학우수과학자지원사업
연구과제명	멀티 포렌식 기반 딥페이크 영상 인증 및 탐지 기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

수집부가 흉부 X선 이미지 분석 훈련을 위한 데이터 셋을 수집하는 단계;

처리부가 상기 수집부에 의해 수집된 훈련용 데이터 셋을 가공하여 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는 단계; 및
훈련부의 심층 신경망 모델이 상기 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 훈련하는 단계를 포함하고,

상기 훈련용 데이터 셋은 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋, 및 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 생성하는 단계는, 상기 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋을 가공하여 분류 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하고, 상기 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 가공하여 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는 것을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 가공하는 것은, 서로 다른 경로를 통해 수집된 분류 훈련용 데이터 셋을 혼합하거나, 서로 다른 경로를 통해 수집된 중증평가 훈련용 데이터 셋을 혼합하는 것을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가공하는 것은, 균형 잡힌 데이터 셋을 구성하기 위하여, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋을 구성하는 이미지들 중 일부의 이미지를 제거하는 것을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 가공하는 것은, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋에서 저품질의 이미지 또는 판독 불가능한 이미지를 제거하는 것을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 생성하는 단계는, 훈련을 위한 빅데이터를 구현하기 위하여, 상기 훈련용 최종 데이터 셋에 포함된 이미지에 증강 기술을 적용하여 증강된 이미지를 추가적으로 생성하여 상기 훈련용 최종 데이터 셋에 포함시키는 것을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 훈련하는 단계 이후, 평가부가 상기 심층 신경망 모델의 훈련 결과를 평가하는 단계; 및

선택부가 평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 분석에 이용되기에 적절한 심층 신경망 모델을 선택하는 단계를 더 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법.

청구항 8

COVID-19 진단용 신경망을 훈련하는 방법을 구현하기 위한 시스템으로,

흉부 X선 이미지 분석 훈련을 위한 데이터 셋을 수집하는 수집부;

상기 수집부에 의해 수집된 훈련용 데이터 셋을 가공하여 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는 처리부; 및

상기 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 훈련하는 심층 신경망 모델이 탑재된 훈련부를 포함하고,

상기 훈련용 데이터 셋은 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋, 및 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 처리부는, 상기 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋을 가공하여 분류 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하고, 상기 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 가공하여 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 처리부는, 서로 다른 경로를 통해 수집된 분류 훈련용 데이터 셋을 혼합하거나, 서로 다른 경로를 통해 수집된 중증평가 훈련용 데이터 셋을 혼합하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 처리부는, 균형 잡힌 데이터 셋을 구성하기 위하여, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋을 구성하는 이미지들 중 일부의 이미지를 제거하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 처리부는, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋에서 저품질의 이미지 또는 판독 불가능한 이미지를 제거하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 처리부는, 훈련을 위한 빅데이터를 구현하기 위하여, 상기 훈련용 최종 데이터 셋에 포함된 이미지에 증강 기술을 적용하여 증강된 이미지를 추가적으로 생성하여 상기 훈련용 최종 데이터 셋에 포함시키는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 심층 신경망 모델의 훈련 결과를 평가하는 평가부; 및

평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 분석에 이용되기에 적절한 심층 신경망 모델을 선택하는 선택부를 더 포함하는, COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템.

청구항 15

입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 COVID-19를 진단하는 장치로서,

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 하나의 훈련 방법에 따라 훈련된 심층 신경망 모델이 탑재된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 정상 이미지, 폐렴 이미지, 및 COVID-19 이미지로 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가하는, COVID-19 진단 장치.

청구항 16

입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 COVID-19를 진단하는 장치로서,

제 7 항에 따라 선택된 심층 신경망 모델이 탑재된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 정상 이미지, 폐렴 이미지, 및 COVID-19 이미지로 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가하는, COVID-19 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 COVID-19 진단과 관련된 것으로, 상세하게는 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법, 이를 위한 시스템, 및 이에 의해 훈련된 신경망을 이용한 COVID-19 진단 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] Sars-cov-2 바이러스에 의해 야기된 신종 코로나바이러스(COVID-19)는 전 세계 수십억 명의 삶에 영향을 미친 세계적인 대유행을 촉발시켰다. 감염자 수와 사망률이 급격히 증가하는 것은 COVID-19가 심각하고 까다로운 질병임을 나타낸다.
- [0004] COVID-19의 빠른 확산은 바이러스성 폐렴을 통제하지 못하게 하는 가장 위압적인 장애물 중 하나이다. COVID-19의 초기 증상으로는 호흡곤란, 마른기침, 발열, 근육통, 두통 등이 있지만, 일부 경우에는 뚜렷한 징후가 없어 공중보건에 큰 위협이 된다. 따라서, COVID-19의 감지 및 진단을 위해 빠르고, 신뢰할 수 있고, 안전하며, 쉽게 접근할 수 있는 방법이 필요하다.
- [0005] COVID-19 검출에 주로 사용된 방법은 중합효소 연쇄반응(RT-PCR)으로, 해당 방법은 호흡기 검체(비인두 면봉에서 채취)에서 SARS-CoV-2 리보핵산(RNA)를 감지하는 방법으로 COVID-19 식별을 위한 최적 표준이 되었으나, 시간이 많이 소요되고, 힘들고 복잡하며, 관련 장치가 부족하다는 점에서 한계가 있다.
- [0006] COVID-19가 흉부 X선에서 볼 수 있는 비정상적인 영역을 유발한다는 것이 입증됨에 따라, COVID-19 조기 검출에 흉부 영상 분석이 이용될 수 있다.
- [0007] 흉부 X선 진단은 신속한 COVID-19 분류가 가능하고, 대부분의 의료센터에서 수행될 수 있으며, RT-PCR 검사와 병행하여 수행될 수 있는 등 많은 장점을 가지고 있다. 하지만, 매일 많은 수의 감염 사례가 발생하고 있고, 유행병의 특이성으로 인해 감염 사례의 형태가 다양한 점을 고려할 때, 숙련된 방사선 전문의가 부족하고, 인간의 시각에 의존한 진단에 의한 오류의 발생 가능성이 있다는 점에서 어려움이 있다.
- [0008] 이에, 의사들이 COVID-19를 신속하고 정확하게 판단할 수 있도록 도움을 줄 수 있는 기술이 절실하게 요구된다.
- [0009] 이러한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본 발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지기술이라 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 명세서에서 개시되는 실시예들은 전술한 요구를 해결하기 위하여 안출된 것으로, COVID-19 진단용으로 이용될 수 있는 신경망 모델을 훈련하는 방법 및 이를 위한 시스템을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

- [0012] 또한, 실시예들은 COVID-19 진단용으로 훈련된 신경망 모델들의 훈련 결과를 평가하여 COVID-19 진단용으로 보다 적절한 신경망 모델을 선택하는 방법 및 이를 위한 시스템을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [0013] 또한, 실시예들은 COVID-19 진단용으로 훈련된 또는 선택된 신경망 모델을 이용하여 흉부 X선 이미지를 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가할 수 있는 진단 장치를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [0014] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 사항에 제한되지 않으며, 이하의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명이 의도하는 기타의 과제들 또한 명료하게 이해할 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법은, 수집부가 흉부 X선 이미지 분석 훈련을 위한 데이터 셋을 수집하는 단계, 처리부가 수집부에 의해 수집된 훈련용 데이터 셋을 가공하여 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는 단계, 및 훈련부의 심층 신경망 모델이 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 훈련하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 실시예에 따르면, 훈련용 데이터 셋은 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋, 및 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 포함할 수 있다.
- [0018] 실시예에 따르면, 생성하는 단계는, 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋을 가공하여 분류 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하고, 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 가공하여 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0019] 실시예에 따르면, 가공하는 것은, 서로 다른 경로를 통해 수집된 분류 훈련용 데이터 셋을 혼합하거나, 서로 다른 경로를 통해 수집된 중증평가 훈련용 데이터 셋을 혼합하는 것을 포함할 수 있다.
- [0020] 실시예에 따르면, 가공하는 것은, 균형 잡힌 데이터 셋을 구성하기 위하여, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋을 구성하는 이미지들 중 일부의 이미지를 제거하는 것을 포함할 수 있다.
- [0021] 실시예에 따르면, 가공하는 것은, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋에서 저품질의 이미지 또는 판독 불가능한 이미지를 제거하는 것을 포함할 수 있다.
- [0022] 실시예에 따르면, 생성하는 단계는, 훈련을 위한 빅데이터를 구현하기 위하여, 훈련용 최종 데이터 셋에 포함된 이미지에 증강 기술을 적용하여 증강된 이미지를 추가적으로 생성하여 훈련용 최종 데이터 셋에 포함시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0023] 실시예에 따르면, COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법은, 훈련하는 단계 이후, 평가부가 심층 신경망 모델의 훈련 결과를 평가하는 단계, 및 선택부가 평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 분석에 이용되기에 적절한 심층 신경망 모델을 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 실시예에 따른 시스템은 COVID-19 진단용 신경망을 훈련하는 방법을 구현하기 위한 시스템으로, 흉부 X선 이미지 분석 훈련을 위한 데이터 셋을 수집하는 수집부, 수집부에 의해 수집된 훈련용 데이터 셋을 가공하여 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하는 처리부, 및 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 훈련하는 심층 신경망 모델이 탑재된 훈련부를 포함할 수 있다.
- [0025] 실시예에 따르면, 훈련용 데이터 셋은 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋, 및 서로 다른 경로를 통해 수집되는 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 포함할 수 있다.
- [0026] 실시예에 따르면, 처리부는, 적어도 하나 이상의 분류 훈련용 데이터 셋을 가공하여 분류 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하고, 적어도 하나 이상의 중증평가 훈련용 데이터 셋을 가공하여 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋을 생성할 수 있다.
- [0027] 실시예에 따르면, 처리부는, 서로 다른 경로를 통해 수집된 분류 훈련용 데이터 셋을 혼합하거나, 서로 다른 경로를 통해 수집된 중증평가 훈련용 데이터 셋을 혼합할 수 있다.
- [0028] 실시예에 따르면, 처리부는, 균형 잡힌 데이터 셋을 구성하기 위하여, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋을 구성하는 이미지들 중 일부의 이미지를 제거할 수 있다.

- [0029] 실시예에 따르면, 처리부는, 분류 훈련용 데이터 셋 또는 중증평가 훈련용 데이터 셋에서 저품질의 이미지 또는 관독 불가능한 이미지를 제거할 수 있다.
- [0030] 실시예에 따르면, 처리부는, 훈련을 위한 빅데이터를 구현하기 위하여, 훈련용 최종 데이터 셋에 포함된 이미지에 증강 기술을 적용하여 증강된 이미지를 추가적으로 생성하여 훈련용 최종 데이터 셋에 포함시킬 수 있다.
- [0031] 실시예에 따르면, 시스템은 심층 신경망 모델의 훈련 결과를 평가하는 평가부, 및 평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 분석에 이용되기에 적절한 심층 신경망 모델을 선택하는 선택부를 더 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치는 입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 COVID-19를 진단하는 장치로서, 본 발명의 실시예에 따른 방법에 따라 훈련된 심층 신경망 모델이 탑재된 프로세서를 포함하고, 프로세서는 입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 정상 이미지, 폐렴 이미지, 및 COVID-19 이미지로 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치는 입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 COVID-19를 진단하는 장치로서, 본 발명의 실시예에 따른 방법에 따라 선택된 심층 신경망 모델이 탑재된 프로세서를 포함하고, 프로세서는 입력되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 정상 이미지, 폐렴 이미지, 및 COVID-19 이미지로 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가할 수 있다.
- [0034] 위에서 언급된 과제에 해결 수단 이외의 본 발명의 다양한 예에 따른 구체적인 사항들은 아래의 기재 내용 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0036] 본 명세서에서 개시되는 실시예에 따르면, COVID-19 진단용으로 이용될 수 있는 신경망 모델을 훈련하는 방법, 및 COVID-19 진단용으로 훈련된 신경망 모델을 이용하여 흉부 X선 이미지를 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 이미지에 대해서 중증을 평가할 수 있는 진단 시스템이 제공될 수 있다.
- [0037] 또한, 실시예에 따르면, COVID-19 진단용으로 훈련된 신경망 모델들 중 COVID-19 진단용으로 보다 적절한 신경망 모델을 선택하는 방법 및 이를 위한 시스템이 제공될 수 있다.
- [0038] 실시예에 따르면, COVID-19를 진단하는 데에 적절하도록 신경망 모델을 훈련시키고, 훈련된 신경망 모델에 대한 평가를 통해 해당 신경망 모델이 COVID-19를 진단하는 데에 적절한지를 확인할 수 있다.
- [0039] 이와 같이, 신경망 모델이 COVID-19를 진단하는 데에 유용한 것임을 알 수 있으며, COVID-19를 진단하는 데에 적절하도록 훈련된 신경망 모델을 COVID-19의 진단에 이용하면, 의사들이 COVID-19를 신속하고 정확하게 판단하는 데에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.
- [0040] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.
- [0041] 위에서 언급된 해결하고자 하는 과제, 과제 해결 수단, 효과의 내용은 청구범위의 필수적인 특징을 특정하는 것은 아니므로, 청구범위의 권리 범위는 발명의 내용에 기재된 사항에 의하여 제한되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 이하에 첨부되는 도면들은 본 발명의 실시예에 관한 이해를 돕기 위한 것으로, 상세한 설명과 함께 실시예들을 제공한다. 다만, 본 실시예의 기술적 특징이 특정 도면에 한정되는 것은 아니며, 각 도면에서 개시하는 특징들은 서로 조합되어 새로운 실시예로 구성될 수 있다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법을 위해 구현된 시스템을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 분류 훈련용 데이터 셋에 포함되는 정상 유형의 흉부 X선 이미지, 폐렴 유형의 흉부 X선 이미지, 및 COVID-19 유형의 흉부 X선 이미지에 대한 샘플들을 도시한다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 중증평가 훈련용 데이터 셋에 포함되는 Level1 및 Level2의 COVID-19 유형의 흉부 X선 이미지에 대한 샘플들을 도시한다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 증강된 흉부 X선 이미지에 대한 샘플들이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치의 일례의 구성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0045] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급한 "포함한다", "갖는다", "이루어진다" 등이 사용되는 경우 "만"이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0046] 구성 요소를 해석함에 있어서, 오차 범위에 대한 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0047] 시간 관계에 대한 설명일 경우, "후에", "이어서", "다음에", "전에" 등으로 시간적 선후 관계가 설명되는 경우, "바로" 또는 "직접"이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함할 수 있다.
- [0048] 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0049] 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데에 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질, 차례, 순서 또는 개수 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 간접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있는 각 구성 요소 사이에 다른 구성 요소가 "개재"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0050] "적어도 하나"는 연관된 구성요소의 하나 이상의 모든 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다. 예를 들면, "제1, 제2, 및 제3 구성요소의 적어도 하나"의 의미는 제1, 제2, 또는 제3 구성요소뿐만 아니라, 제1, 제2, 및 제3 구성요소의 두 개 이상의 모든 구성요소의 조합을 포함한다고 할 수 있다.
- [0051] 본 명세서의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0052] 이하, 첨부된 도면 및 실시예를 통해 본 발명의 실시예를 살펴보면 다음과 같다. 도면에 도시된 구성요소들의 스케일은 설명의 편의를 위해 실제와 다른 스케일을 가지므로, 도면에 도시된 스케일에 한정되지 않는다.
- [0053] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법, 이를 위한 시스템, 및 이에 의해 훈련된 신경망을 이용한 COVID-19 진단 장치에 대해서 설명한다.
- [0055] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법을 위해 구현된 시스템(20)을 나타낸 것이다.
- [0056] 도 1 및 도 2를 참조하면, 수집부(21)가 훈련을 위한 데이터 셋(훈련용 데이터 셋)을 수집하는 단계(S11)가 이

루어질 수 있다.

- [0057] 단계 S11에서 수집부(21)에 의해 수집된 훈련용 데이터 셋은 데이터베이스(DB)에 저장될 수 있다.
- [0058] 실시예에 따르면, 수집되는 훈련용 데이터 셋은 분류 훈련용 데이터 셋과, 중증평가 훈련용 데이터 셋을 포함할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 분류 훈련용 데이터 셋은 COVID CXR 데이터 셋, 및 RSNA 폐렴 탐지 챌린지(카글 대회)에서 게시된 데이터 셋에서 수집될 수 있다.
- [0060] COVID CXR 데이터 셋은 COVID-19로 레이블이 지정된 16,488개의 이미지, 폐렴으로 레이블이 지정된 5,555개의 이미지, 및 정상으로 레이블이 지정된 8,085개의 이미지로 구성되어 있으며, COVID CXR 데이터 셋에 포함된 이미지의 수는 지속적으로 변경될 수 있다.
- [0061] 카글 대회에서 게시된 흉부 X선 폐렴 데이터 셋은 정상으로 표시된 1,583개의 이미지와, 폐렴으로 표시된 4,273개의 이미지로 구성되어 있으며, 이미지의 수는 지속적으로 변경될 수 있다.
- [0062] 물론, 분류 훈련용 데이터 셋에 포함되는 이미지들이 COVID CXR 데이터 셋 및 흉부 X선 폐렴 데이터 셋에 한정되어 수집되는 것은 아니다.
- [0063] 예를 들어, 중증평가 훈련용 데이터 셋은 RICORD 데이터 셋과, RALO 데이터 셋의 2개의 공개 데이터 셋에서 수집될 수 있다.
- [0064] RICOR는 머신러닝 커뮤니티를 위한 연구와 교육 자원에 대한 무료 액세스를 제공할 목적으로 RSNA(Radiological Society of North America, 북미 방사선 학회)가 발행한 RSNA 국제 COVID-19 오픈 방사선 데이터베이스를 의미한다.
- [0065] RALO(Radiographic Assessment of Lung Opacity Score) 데이터 셋은 Stony Brook Medicine에서 연구 및 학습 목적으로 제공하는 COVID-19 환자 데이터 셋이다.
- [0066] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 분류 훈련용 데이터 셋에 포함되는 정상 유형의 흉부 X선 이미지, 폐렴 유형의 흉부 X선 이미지, 및 COVID-19 유형의 흉부 X선 이미지에 대한 샘플들을 도시하고 있다.
- [0067] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 중증평가 훈련용 데이터 셋에 포함되는 Level1 및 Level2의 COVID-19 유형의 흉부 X선 이미지에 대한 샘플들을 도시하고 있다.
- [0068] 단계 S11에 따라 훈련용 데이터 셋이 수집된 후, 처리부(22)가 훈련용 데이터 셋을 가공하여 훈련용 최종 데이터 셋을 생성할 수 있다(S12).
- [0069] 단계 S12에서, 처리부(22)는 분류 훈련용 데이터 셋을 가공하여 분류 훈련용 최종 데이터 셋을 생성하고, 중증평가 훈련용 데이터 셋을 가공하여 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋을 생성할 수 있다.
- [0070] 단계 S12에서, 처리부(22)는 서로 다른 경로를 통해 수집된 훈련용 데이터 셋을 혼합하거나(제1 처리), 균형 잡힌 데이터 셋을 구성하기 위해 훈련용 데이터 셋을 구성하는 이미지들 중 일부의 이미지를 제거하거나(제2 처리), 저품질의 이미지 또는 판독 불가능한 이미지를 제거할 수 있다(제3 처리).
- [0071] 이러한 훈련용 데이터 셋에 대한 가공 처리는 심층 신경 모델의 훈련에 적합하도록 데이터 셋을 처리하여 최종의 훈련용 데이터 셋(훈련용 최종 데이터 셋)을 생성하기 위해 이루어질 수 있으며, 이러한 처리를 통해 생성된 훈련용 최종 데이터 셋은 심층 신경 모델의 훈련에 매우 유용할 수 있으며, 심층 신경 모델이 우수한 성능을 가지도록 할 수 있다.
- [0072] 처리부(22)는 생성한 훈련용 최종 데이터 셋(분류 훈련용 최종 데이터 셋, 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋)을 데이터베이스(DB)에 저장할 수 있다.
- [0073] 흉부 X선 이미지를 분석하여 분류 및 중증평가를 수행하는 심층 신경망 모델은 과적합을 방지하기 위해 빅데이터를 요구하는 반면, 훈련용 데이터 셋을 수집하는 데에는 한계가 있다.
- [0074] 이에, 본 발명의 실시예에서는 훈련을 위한 빅데이터를 구현하기 위하여, 처리부(22)가 훈련용 최종 데이터 셋에 포함된 이미지에 증강 기술을 적용하여 증강된 이미지를 추가적으로 생성하고, 생성된 증강 이미지를 훈련용 최종 데이터 셋에 포함시킬 수 있다.
- [0075] 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 증강된 흉부 X선 이미지에 대한 샘플들을 도시하고 있다.

- [0076] 단계 S12에 따라 훈련용 최종 데이터 셋이 생성된 후, 훈련부(23)의 심층 신경망 모델은 데이터베이스(DB)에 저장된 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 훈련하고(S13), 그 결과를 출력할 수 있다. 심층 신경망 모델의 훈련 결과는 데이터베이스(DB)에 저장될 수 있다.
- [0077] 단계 S13에서, 심층 신경망 모델은 분류 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 분류 훈련을 수행하고, 중증평가 훈련용 최종 데이터 셋을 입력으로 하여 중증평가 훈련을 수행할 수 있다.
- [0078] 단계 S13에 따라 훈련된 심층 신경망 모델은 흉부 X선 이미지에 대한 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 유형의 이미지에 대해서 중증평가를 수행하여 중증을 평가할 수 있다.
- [0079] 예를 들어, 심층 신경망 모델은 컨볼루션 기반 신경망 모델, 트랜스포머 기반 신경망 모델일 수 있다. 심층 신경망 모델의 종류가 이에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어, 흉부 X선 이미지에 대한 분석을 통해 분류 및 중증평가가 가능할 것으로 예상되는 심층 신경망 모델이면 어느 것이나 무방할 것이다.
- [0080] 본 발명의 실시예에서는 Densenet121 모델, GoogleNet 모델, InceptionNet 모델, Swin Transformer 모델, 및 Hybrid EfficientNet-D0LG 모델이 훈련을 위해 적용된 것을 예로 든다.
- [0081] 본 발명의 실시예에서, 훈련은 NVIDIA GeForce RTX 2070 GPU 8GB에서 이루어졌으며, 컴퓨터 하드웨어는 Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz RAM 16GB이다. 그리고, tensorflow.keras.callbacks의 CallBack, ModelCheckpoint, LearningRateScheduler, Ten-sorBoard, EarlyStopping 및 ReduceLROnPlateau을 훈련에 사용하였다. 그리고, patience를 10, 최대 epoch을 120으로 설정하고, 최소 학습률 1×10^{-4} 과 최대 학습률 5×10^{-4} 로 훈련을 시작하였다.
- [0082] 확률적 경사 하강법의 업그레이드 버전이며, 비전과 자연어 처리에 최근 인기 있는 tensorflow_addons의 adam optimizer를 훈련에 활용하였으며, 훈련 파이프라인의 손실 함수로 다중 범주 분류에 적용되는 손실 함수인 Sparse Categorical Cross Entropy를 사용하였다.
- [0083] 단계 S13에 따라 훈련된 심층 신경망 모델은 흉부 X선 이미지에 대한 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 유형의 이미지에 대해서 중증평가를 수행하여 중증을 평가할 수 있다.
- [0084] 다만, 본 실시예에서는 유형 분류 및 중증평가가 보다 정확하게 이루어지도록 하기 위해, 훈련 결과를 평가하고, 기준 이상인 평가 결과를 가지는 심층 신경망 모델을 선택하는 과정이 더 이루어질 수 있다.
- [0085] 단계 S13 이후, 평가부(24)는 심층 신경망 모델의 훈련 결과에 대한 평가를 수행할 수 있다(S14). 평가부(24)의 평가 결과는 데이터베이스(DB)에 저장될 수 있다.
- [0086] 단계 S14에서, 평가부(24)는 심층 신경망 모델 각각에 대해 분류 훈련 결과 및 중증평가 훈련 결과를 평가하고, 분류 훈련 결과에 대한 평가 결과 및 중증평가 훈련 결과에 대한 평가 결과를 출력할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 실시예에서 분류 훈련 결과에 대한 평가를 위해, 각각의 범주, 매크로 평균 및 마이크로 평균에 대해 정밀도(Precision), 재현율(Recall), 및 F1-score 지표를 포함하는 sklearn.metrics의 classification_report 평가 지표가 사용되었다.
- [0088] 이와 같은 실시예에 따르면, 단계 S14에서 평가부(24)는 심층 신경망 모델의 분류 훈련 결과를 평가하고, 평가 결과로서 정밀도 지표, 재현율 지표, 및 F1-score 지표를 출력할 수 있다.
- [0089] 본 발명의 실시예에서 중증평가 훈련은 Level1 및 Level2의 COVID-19 유형의 흉부 X선 이미지에 대해 이루어질 수 있고, 이에 따라, 중증평가 훈련에 대한 평가는 Level1 및 Level2의 범주로 이루어질 수 있다.
- [0090] 이와 같은 실시예에 따르면, 단계 S14에서 평가부(24)는 심층 신경망 모델의 중증평가 훈련 결과를 평가하고, 평가 결과로서 정밀도 지표, 재현율 지표, 및 F1-score 지표를 출력할 수 있다.
- [0091] 이에 더하여, 평가부(24)는 매크로 평균(Macro Average) 지표 및 마이크로 평균(Micro Average) 지표를 더 출력할 수 있다.
- [0092] 정밀도 지표는 하기의 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있으며, Positive로 예측한 사례들 중에 실제로 Positive한 사례의 비율로 정의될 수 있다.

[0093] [수학식 1]

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive}$$

[0094]

[0095] 재현율 지표는 하기의 [수학식 2]와 같이 표현될 수 있으며, 실제 사례가 Positive인 값들 중에 예측을 Positive로 한 사례의 비율로 정의될 수 있다.

[0096] [수학식 2]

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative}$$

[0097]

[0098] F1-score 지표는 하기의 [수학식 3]과 같이 표현될 수 있으며, 정밀도(Precision)와 재현율(Recall)의 조화평균(harmonic average)라고도 한다.

[0099] F1-score 지표는 정밀도(Precision)와 재현율(Recall)을 평균값을 통해 하나의 값으로 나타내는 지표로서, 해당 값이 높을수록 좋은 모델이다.

[0100] [수학식 3]

$$F1 - Score = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

[0101]

[0103] 하기 [표 1] 내지 [표 3]은 심층 신경망들 각각의 분류 훈련에 대한 결과인 정밀도 지표, 재현율 지표 및 F1-score 지표를 나타낸 것이고, 하기 [표 4] 내지 [표 6]은 심층 신경망들 각각의 중증평가 훈련에 대한 결과인 정밀도 지표, 재현율 지표 및 F1-score 지표를 나타낸 것이다.

[0104] [표 1] 내지 [표 6]은 심층 신경망들 각각의 훈련 결과에 대한 평가를 나타낸 일례들이며, 평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 대한 분석에 이용되어 분류 및 중증평가를 수행하는 심층 신경망이 적절하게 선택될 수 있다.

표 1

[0105]

Methods	Precision				
	covid	normal	pneumonia	macro avg	micro avg
DenseNet121	0.95	0.86	0.95	0.94	0.95
GoogleNet	0.95	0.81	0.86	0.87	0.89
InceptionNet	0.98	0.78	0.92	0.89	0.91
Swin Transformer	0.99	0.80	0.91	0.90	0.92
Hybrid EfficientNet-DOLG	0.97	0.87	0.95	0.93	0.94

표 2

[0106]

Methods	Recall				
	covid	normal	pneumonia	macro avg	micro avg
DenseNet121	0.96	0.96	0.92	0.95	0.95
GoogleNet	0.91	0.88	0.86	0.88	0.89
InceptionNet	0.92	0.93	0.85	0.90	0.91
Swin Transformer	0.89	0.96	0.92	0.92	0.92
Hybrid EfficientNet-DOLG	0.96	0.95	0.88	0.93	0.94

표 3

[0107]

Methods	F1-score				
	covid	normal	pneumonia	macro avg	micro avg
DenseNet121	0.98	0.91	0.93	0.94	0.95

GoogleNet	0.93	0.85	0.86	0.88	0.89
InceptionNet	0.95	0.85	0.89	0.89	0.91
Swin Transformer	0.94	0.87	0.92	0.91	0.92
Hybrid EfficientNet-DOLG	0.97	0.91	0.91	0.93	0.94

표 4

Methods	Precision			
	Level1	Level2	macro avg	micro avg
DenseNet121	0.76	0.84	0.80	0.81
GoogleNet	0.51	0.74	0.62	0.66
InceptionNet	0.72	0.77	0.75	0.75
Swin Transformer	0.75	0.86	0.81	0.80
Hybrid EfficientNet-DOLG	0.74	0.87	0.80	0.82

표 5

Methods	Recall			
	Level1	Level2	macro avg	micro avg
DenseNet121	0.67	0.89	0.78	0.81
GoogleNet	0.50	0.74	0.62	0.66
InceptionNet	0.70	0.80	0.70	0.76
Swin Transformer	0.72	0.80	0.73	0.75
Hybrid EfficientNet-DOLG	0.75	0.86	0.80	0.82

표 6

Methods	F1-score			
	Level1	Level2	macro avg	micro avg
DenseNet121	0.71	0.86	0.79	0.81
GoogleNet	0.50	0.74	0.62	0.66
InceptionNet	0.59	0.83	0.71	0.75
Swin Transformer	0.62	0.84	0.63	0.69
Hybrid EfficientNet-DOLG	0.74	0.86	0.80	0.82

[0111] 이와 같이, 평가부(24)는 심층 신경망 모델들의 훈련 결과를 평가하여 평가 결과를 출력하며, 평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 대한 분석에 이용되어 분류 및 중증평가를 수행하는 심층 신경망 모델이 적절하게 선택될 수 있다.

[0112] 실시예에 따르면, 선택부(25)가 평가 결과를 바탕으로, 흉부 X선 이미지 대한 분석에 이용되어 분류 및 중증평가를 수행하는 심층 신경망 모델을 선택할 수 있다(S15).

[0113] 단계 S15에서, 선택부(25)는 기 설정된 선택 기준 정보와 평가 결과를 비교하여, 선택 기준 정보를 만족하는 평가 결과를 갖는 심층 신경망 모델을 선택할 수 있다.

[0114] 예를 들어, 선택 기준 정보는 정밀도 지표, 재현율 지표, F1-score 지표, 매크로 평균(Macro Average) 지표, 마이크로 평균(Micro Average) 지표 등과 관련된 기준 값일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0116] 이상에서는 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단용 신경망 훈련 방법 및 이를 위한 시스템에 대해서 설명하였다. 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 훈련 방법에 의해 훈련된 심층 신경망 모델을 이용하여 COVID-19를 진단하는 장치에 대해서 설명한다.

- [0118] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치의 일례의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0119] 도 6을 참조하면, 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치(60)는 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명된 방법에 따라 훈련된 심층 신경망 모델을 이용하여 흉부 X선 이미지를 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 유형의 이미지에 대해서 중증평가를 수행하여 중증을 평가할 수 있다.
- [0120] 또한, 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치(60)는 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명된 방법에 따라 선택된 심층 신경망 모델을 이용하여 흉부 X선 이미지를 분석하여 유형을 분류하고, COVID-19 유형의 이미지에 대해서 중증평가를 수행하여 중증을 평가할 수 있다.
- [0121] 실시예에 따른 COVID-19 진단 장치(60)는 메모리(61), 프로세서(62), 입출력 인터페이스(63)를 포함할 수 있으며, 외부와의 통신을 위한 통신 모듈(64)을 포함할 수 있다.
- [0122] 예를 들어, 메모리(61)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(61)에는 COVID-19 진단 장치(60)를 제어하기 위한 프로그램, 흉부 X선 이미지 등이 저장될 수 있다.
- [0123] 예를 들어, 프로세서(62)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(61) 또는 통신 모듈(64)에 의해 프로세서(62)로 제공될 수 있다. 예를 들어 프로세서(62)는 메모리(61)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 수신되는 명령을 실행하도록 구성될 수 있다.
- [0124] 본 발명의 실시예에 따른 프로세서(62)는 심층 신경망 모델을 탑재하고, 메모리(61) 또는 입출력 인터페이스(63)로부터 제공되는 흉부 X선 이미지를 분석하여 이미지의 유형을 분류하고, COVID-19 유형의 이미지에 대해서 중증을 평가할 수 있다. 여기서, 프로세서(62)는 흉부 X선 이미지를 분석하여 정상 이미지, 폐렴 이미지, 및 COVID-19 이미지로 분류할 수 있다.
- [0125] 여기서, 프로세서(62)에 탑재된 심층 신경망 모델은 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명된 방법에 따라 훈련된 또는 선택된 심층 신경망 모델일 수 있다.
- [0126] 입출력 인터페이스(63)는 입출력 장치와의 인터페이스를 위한 수단일 수 있다. 예를 들어, 입력 장치는 키보드 또는 마우스 등의 장치를, 그리고 출력 장치는 프로세서(62)의 동작 수행 결과를 표시하기 위한 디스플레이와 같은 장치를 포함할 수 있다.
- [0127] 통신 모듈(64)은 네트워크를 통해 외부 서버와 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 일례로, COVID-19 진단 장치(60)의 프로세서(62)가 메모리(61)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 생성한 요청이 통신 모듈(64)의 제어에 따라 네트워크를 통해 외부 서버로 전달될 수 있다. 역으로, 외부 서버의 프로세서의 제어에 따라 제공되는 제어 신호나 명령, 파일 등이 네트워크를 거쳐 통신 모듈(64)을 통해 COVID-19 진단 장치(60)로 수신될 수 있다.
- [0129] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 청구 범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

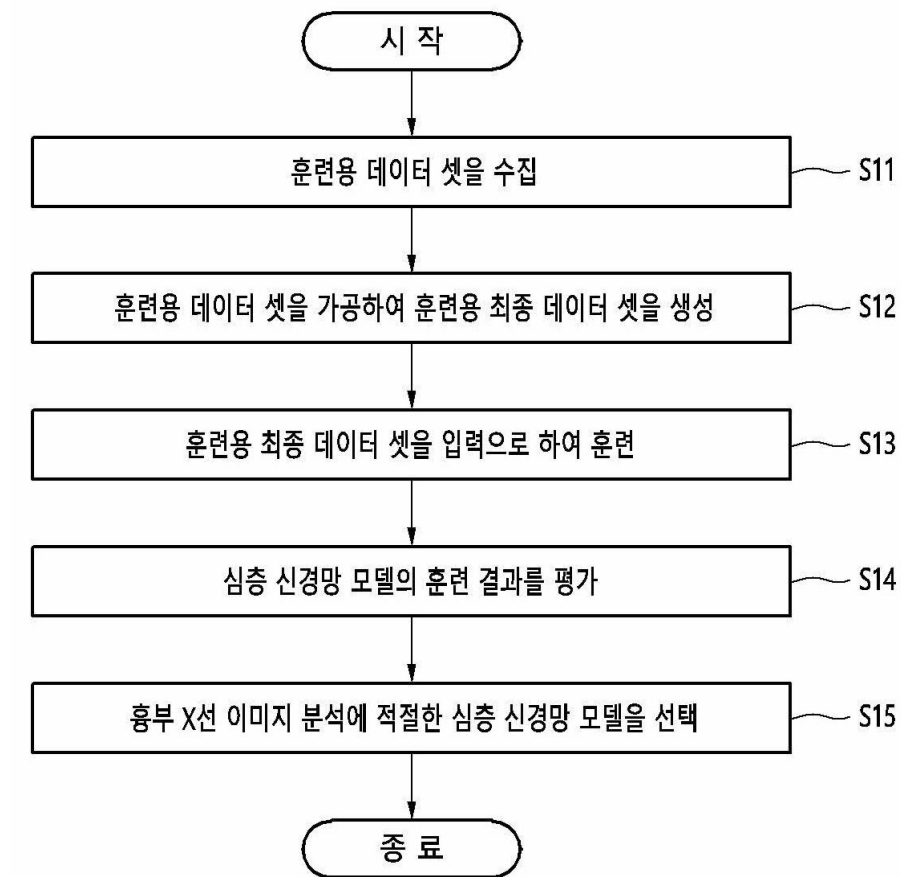
부호의 설명

- [0131] 20: COVID-19 진단용 신경망 훈련 시스템
21: 수집부 22: 처리부

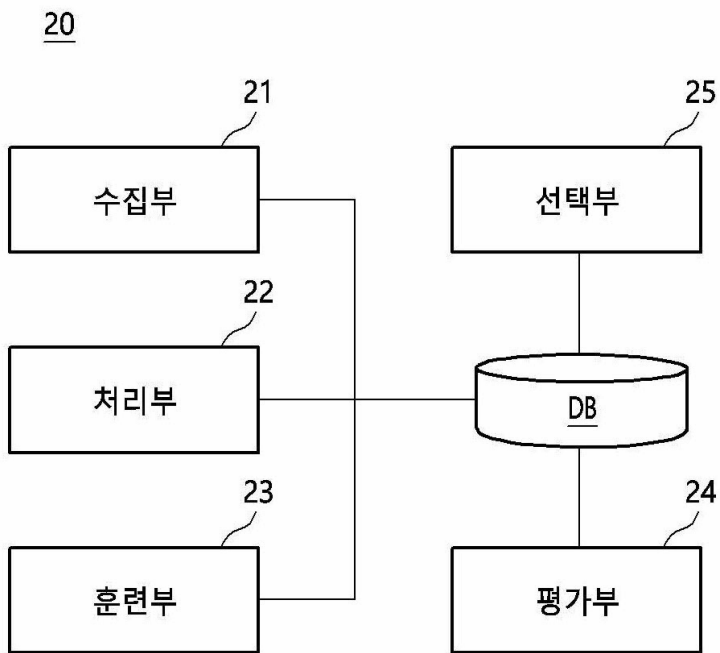
23: 훈련부 24: 평가부
 25: 선택부
 60: COVID-19 진단 장치
 61: 메모리 62: 프로세서
 63: 입출력 인터페이스 64: 통신 모듈

도면

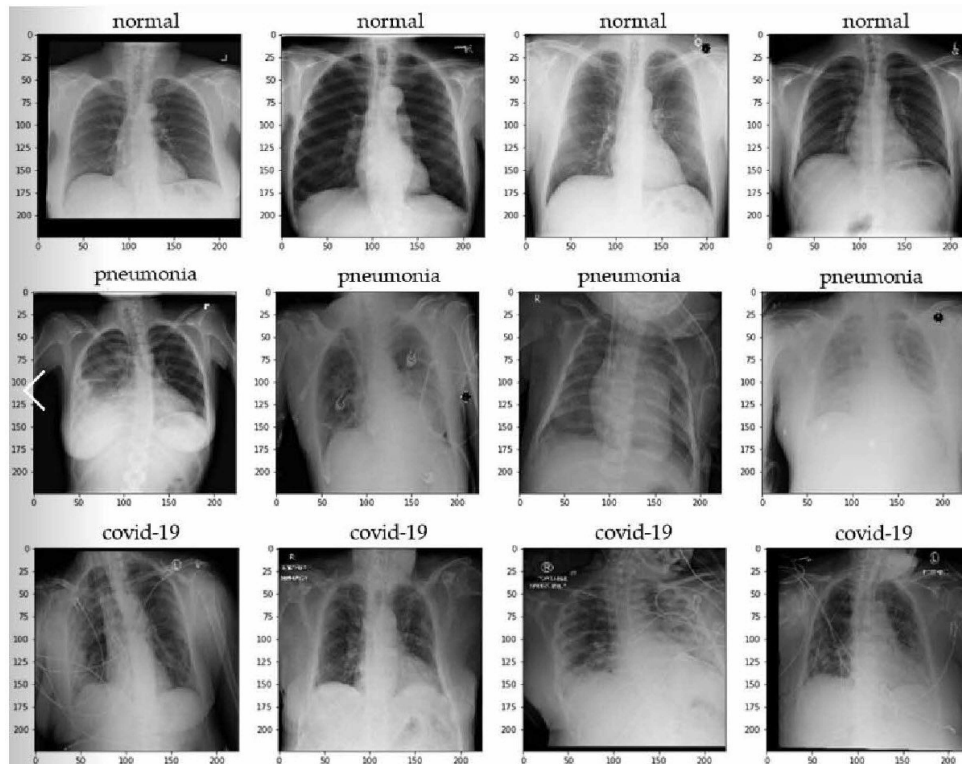
도면1



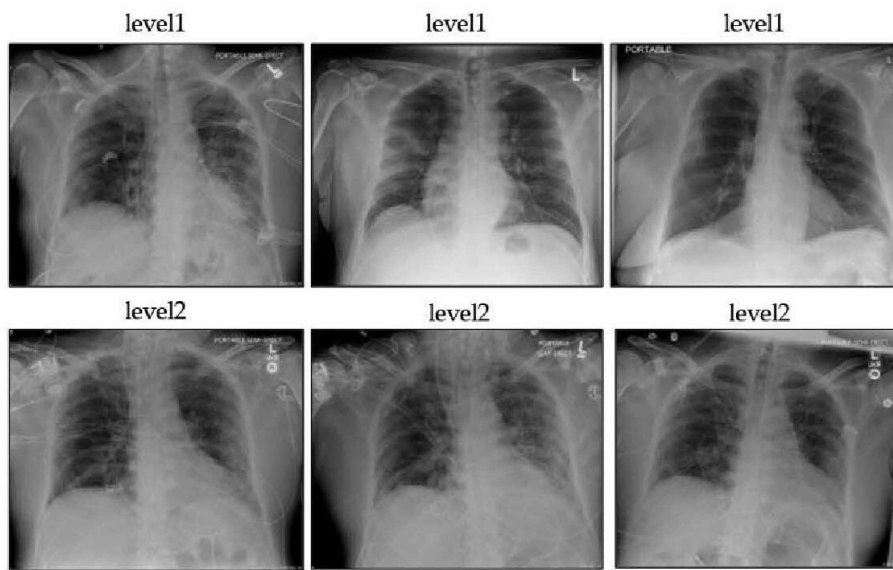
도면2



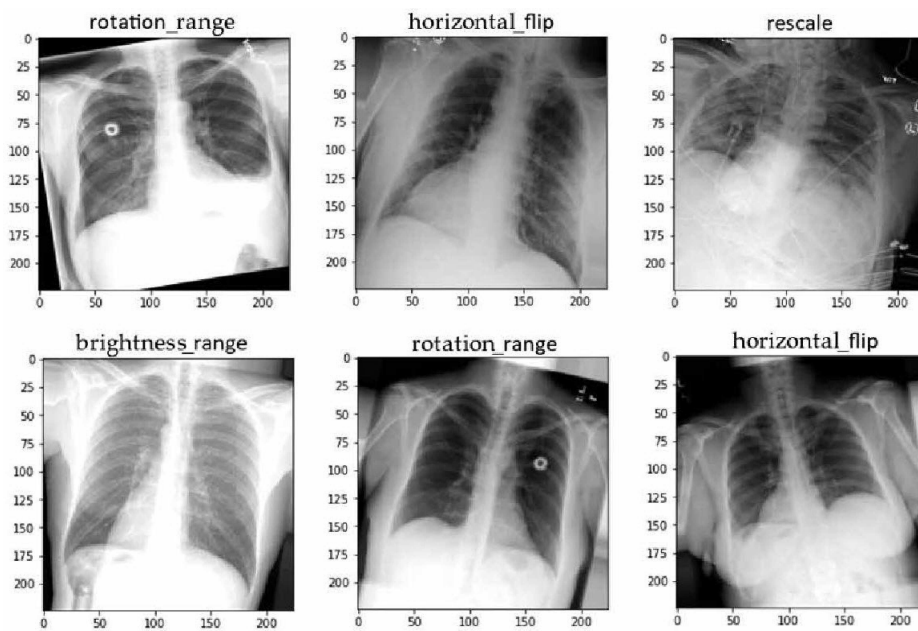
도면3



도면4



도면5



도면6

