



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월27일

(11) 등록번호 10-2641533

(24) 등록일자 2024년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 18/00 (2023.01) G06N 20/00 (2019.01)

G06V 10/20 (2022.01)

(52) CPC특허분류

G06F 18/24 (2023.01)

G06N 20/00 (2021.08)

(21) 출원번호 10-2021-0134747

(22) 출원일자 2021년10월12일

심사청구일자 2021년10월12일

(65) 공개번호 10-2023-0051859

(43) 공개일자 2023년04월19일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020200048474 A*

김삼근외 1인, 심층 CNN 기반 구조를 이용한 토마토 작물 병해충 분류 모델, 환경대학교 컴퓨터응용수학부(컴퓨터시스템연구소), 1부*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

한동일

서울특별시 서초구 잠원로 166-4, 1106호 (잠원동, 미주파스텔)

아마드 모빈

서울특별시 광진구 긴고랑로 171, 201호 (중곡동) (뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 15 항

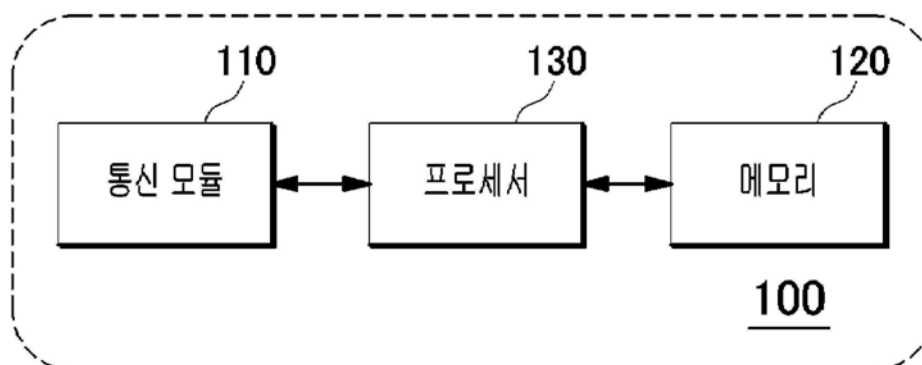
심사관 : 강현일

(54) 발명의 명칭 전이 학습을 이용한 이미지 분류 모델 생성 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는, 이미지 분류 모델 생성 장치를 이용하여 이미지 분류 모델을 생성하는 방법을 제공한다. 본 방법은, 학습에 사용되는 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성하는 단계, 상기 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성하는 단계, 그리고, 상기 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택하고, 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 전이 학습을 수행하는 단계를 포함한다. 상기 전이 학습은, 상기 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하도록 하는 것을 의미한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06V 10/20 (2023.08)

G06T 2207/20081 (2013.01)

(72) 발명자

압둘라 무하마드

서울특별시 성동구 동일로55나길 11-6, B103호 (송정동)

최다빈

서울특별시 성동구 송정2라길 77, 401호 (송정동)

이아현

경기도 성남시 분당구 판교원로82번길 30, 1304동 301호 (운중동, 산운마을13단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1395068574

과제번호 PJ0156862021

부처명 농촌진흥청

과제관리(전문)기관명 농촌진흥청

연구사업명 농업정책지원및기반육성_농업정책지원기술개발사업(R&D)_발농업생산성증대기술개발

연구과제명 두류 및 유지작물 병 표현형 진단 기술 개발

기 여 율 1/2

과제수행기관명 국립식량과학원

연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711135985

과제번호 2021R1F1A106168711

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 메모리 기반의 신경망 구조 자동 탐색 및 영역 분할 기법을 이용한 색깔이상자의 최

적 색상보정 연구

기 여 율 1/2

과제수행기관명 세종대학교 산학협력단

연구기간 2021.06.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

이미지 분류 모델 생성 장치를 이용하여 이미지 분류 모델을 생성하는 방법에 있어서,

- a) 학습에 사용되는 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성하는 단계;
- b) 상기 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성하는 단계; 및
- c) 상기 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택하고, 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 전이 학습을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 전이 학습은, 상기 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하고,

상기 이미지 데이터는 복수개의 이미지들을 포함하되, 상기 복수개의 이미지들은 각각 제1 내지 제N 클래스(N은 1보다 큰 자연수) 중 하나의 클래스에 포함되며,

상기 a) 단계는,

상기 제1 내지 제N 클래스 각각에 포함된 이미지들의 개수를 산출하여 기설정된 클래스 균형 기준을 토대로 클래스들 간의 균형을 판단하는 단계; 및

상기 클래스들 간의 균형이 불균형적이라고 판단한 경우, 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수를 조절하는 단계를 포함하는, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 a) 단계는

상기 복수개의 이미지들을 대상으로 특징 정보를 추출하고, 추출된 특징 정보를 제외한 배경을 제거하는 단계를 포함하는, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 a) 단계는,

상기 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로, 상기 제1 내지 제N 클래스 중 상기 기설정된 클래스 균형 기준보다 적은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 복제를 수행하고, 상기 기설정된 클래스 균형 기준보다 많은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 삭제를 수행하는 단계를 더 포함하는, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 b) 단계는,

상기 전처리 데이터를 대상으로 뒤집기, 회전, 노이즈 첨가 및 광도 변경 중 적어도 하나의 데이터 확대 기법을 수행하는 단계를 포함하는, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 c) 단계는,

상기 분류 학습 모델들을 대상으로 적합 테스트를 수행하여 테스트 결과값을 산출하는 단계; 및

상기 분류 학습 모델들 중 가장 높은 테스트 결과값을 갖는 분류 학습 모델을 선택하여 상기 전이 학습을 수행하는 단계를 포함하는, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 적합 테스트는,

상기 분류 학습 모델들 각각이 상기 이미지 데이터에 포함된 복수개의 이미지들 중 일부의 이미지에 대해 분류 학습을 수행하도록 하고, 수행 결과를 학습 적합도로 평가하는 방식으로 이루어지는 것인, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 c) 단계는,

c-1) 상기 복수개의 학습 레이어들을 동결하고 상기 분류기만으로 상기 전이 학습을 수행하고 손실을 산출하는 단계;

c-2) 상기 c-1) 단계를 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 상기 복수개의 학습 레이어들 중 일부 레이어의 동결을 해제하는 단계;

c-3) 동결 해제된 학습 레이어와 상기 분류기를 이용하여 상기 전이 학습을 수행하고 손실을 산출하는 단계;

c-4) 상기 c-3) 단계를 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 상기 복수개의 학습 레이어들 중 동결 해제되지 않은 레이어의 동결을 해제하는 단계; 및

c-5) 상기 복수개의 학습 레이어들 전부가 동결 해제될 때까지 상기 c-3) 단계 및 상기 c-4) 단계를 반복하는 단계를 포함하는, 이미지 분류 모델 생성 방법.

청구항 10

학습에 사용되는 이미지 데이터 및 전이 학습 프로그램을 저장하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 전이 학습 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성하고, 상기 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성하고, 상기 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택하고, 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 전이 학습을 수행하도록 구성되며,

상기 전이 학습은, 상기 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하도록 하고,

상기 이미지 데이터는 복수개의 이미지들을 포함하되, 상기 복수개의 이미지들은 각각 제1 내지 제N 클래스(N은 1보다 큰 자연수) 중 하나의 클래스에 포함되며,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 제1 내지 제N 클래스 각각에 포함된 이미지들의 개

수를 산출하여 기설정된 클래스 균형 기준을 토대로 클래스들 간의 균형을 판단하고, 상기 클래스들 간의 균형이 불균형적이라고 판단한 경우, 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수를 조절하도록 하는 것인, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 복수개의 이미지들을 대상으로 특징 정보를 추출하고, 추출된 특징 정보를 제외한 배경을 제거하는 것을 더 수행하도록 구성되는, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로, 상기 제1 내지 제N 클래스 중 상기 기설정된 클래스 균형 기준보다 적은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 복제를 더 수행하고, 상기 기설정된 클래스 균형 기준보다 많은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 삭제를 더 수행하도록 구성되는, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 전처리 데이터를 대상으로 뒤집기, 회전, 노이즈 첨가 및 광도 변경 중 적어도 하나의 데이터 확대 기법을 더 수행하도록 구성되는, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 분류 학습 모델들을 대상으로 적합 테스트를 수행하여 테스트 결과값을 산출하고, 상기 분류 학습 모델들 중 가장 높은 테스트 결과값을 갖는 분류 학습 모델을 선택하여 상기 전이 학습을 더 수행하도록 구성되는, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 적합 테스트는,

상기 분류 학습 모델들 각각이 상기 이미지 데이터에 포함된 복수개의 이미지들 중 일부의 이미지에 대해 분류 학습을 수행하도록 하고, 수행 결과를 학습 적합도로 평가하는 방식으로 이루어지는 것인, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 18

제10항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여,

i) 상기 복수개의 학습 레이어들을 동결하고 상기 분류기만으로 상기 전이 학습을 수행하여 손실을 산출하는 과정, 상기 i) 과정을 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 상기 복수개의 학습 레이어들 중

일부 레이어의 동결을 해제하는 과정, iii) 동결 해제된 학습 레이어와 상기 분류기를 이용하여 상기 전이 학습을 수행하고 손실을 산출하는 과정, iv) 상기 iii) 과정을 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 상기 복수개의 학습 레이어들 중 동결 해제되지 않은 레이어의 동결을 해제하는 과정, 그리고, v) 상기 복수개의 학습 레이어들 전부에서 동결 해제될 때까지 상기 iii) 과정 및 iv) 과정을 반복하는 과정을 더 수행하도록 구성되는, 이미지 분류 모델 생성 장치.

청구항 19

제1항에 따른 이미지 분류 모델 생성 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 비일시적 컴퓨터 판독가능 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전이 학습을 이용한 이미지 분류 모델 생성 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 신경망 네트워크를 구성하는 층의 동결을 점진적으로 해제하는 단계적 전이 학습(Stepwise Transfer Learning)을 사용하여 이미지를 분류하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] GoogleNet과 AlexNet 등의 다양한 종래의 합성곱 신경망 네트워크는 이미지 데이터 세트를 분류하는데 높은 성능을 갖는다. 그러나, 종래의 합성곱 신경망 네트워크에서 사용한 데이터 세트는 한정된 환경에서 촬영된 사진만을 포함하며 자연에서 발생할 수 있는 방해물이나 빛, 입사광의 방향 등을 고려하지 않는다. 특히, 특정 클래스에 대해 종래의 합성곱 신경망이 적절히 학습할 만큼 많은 양의 이미지를 얻는 것이 항상 가능한 것이 아니며, 다양한 환경에서 촬영된 이미지는 잘못된 조명이나 저화질 이미지 등 이미지를 분류하는 데에 있어서 문제를 일으킬 수 있는 여러 가지 변수가 존재한다. 따라서, 종래의 합성곱 신경망 네트워크가 실제 다양한 환경에서 촬영된 여러 영역의 클래스에 해당하는 이미지에 대해서는 낮은 성능을 보여줄 위험이 있다.

[0003] 전이 학습은 학습에 필요한 데이터를 충분히 포함하는 데이터 세트를 이용하여 사전 훈련된 네트워크를 새로운 데이터 세트에 적용하여 학습시키는 기법이다. 전이 학습은 비교적 적은 규모의 데이터 세트로 빠르게 훈련시키며 모델의 정확도를 높일 수 있다. 다만, 전이 학습은 이미 훈련된 모델에 새로운 데이터 세트를 적용하는 경우이므로, 기존 데이터 세트에서 얻은 정보의 간섭으로 인해 성능을 저하하는 부정적 전이(Negative Transfer)를 발생시키는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 데이터 세트 부족 및 불균형, 전이 학습에서 발생하는 부정적 전이 문제를 해결하기 위해 합성곱 신경망 네트워크를 구성하는 일부 층을 동결하는 방법을 활용한 단계적 전이 학습을 사용하여 이미지를 분류하는 모델을 생성하는 장치 및 방법을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

[0005] 또한, 본 발명은 다양한 환경에서 촬영한 이미지 데이터를 정확하게 분류하고, 기존의 전이 학습을 보완하여 부정적 전이를 방지하고 빠르게 수렴하는 단계적 전이 학습 기반의 신경망을 통해 이미지의 분류 성능을 향상시키는 것을 기술적 과제로 한다.

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 이하의 설명으로부터 본 발명의 또 다른 기술적 과제들이 도출될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제1 측면에 따른 실시예는, 이미지 분류 모델 생성 장치를 이용하여 이미지 분류 모델을 생성하는 방법을 제공한다. 본 방법은, 학습에 사용되는 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성하는 단계, 상기 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성하는 단계, 그리고, 상기 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택하고, 선택된 분류

학습 모델을 이용하여 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 전이 학습을 수행하는 단계를 포함한다. 상기 전이 학습은, 상기 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하도록 하는 것을 의미한다.

[0008] 또한, 본 발명의 제2 측면에 따른 실시예는, 학습에 사용되는 이미지 데이터 및 전이 학습 프로그램을 저장하는 메모리 및 상기 메모리에 저장된 전이 학습 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함한다. 상기 프로세서는 상기 전이 학습 프로그램을 실행하여, 상기 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성하고, 상기 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성하고, 상기 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택하고, 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 단계적 전이 학습을 수행하도록 구성된다. 상기 전이 학습은, 상기 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 상기 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하도록 하는 것을 의미한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 합성곱 신경망 네트워크를 구성하는 일부 층을 동결하는 방법을 활용한 단계적 전이 학습을 사용하여 데이터 세트 부족 및 불균형, 전이 학습에서 발생하는 부정적 전이 문제를 해결할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명에 따르면, 다양한 환경에서 촬영한 이미지 데이터를 정확하게 분류하고, 기존의 전이 학습을 보완하여 부정적 전이를 방지하고 빠르게 수렴하는 단계적 전이 학습 기반의 신경망을 통해 이미지의 분류 성능을 향상시킬 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명에 따르면, 통제되지 않은 다양한 환경에서 효율적으로 클래스를 분류할 수 있고, 데이터 세트 분석 후 클래스 밸런싱 방법으로 불균형한 데이터 세트의 균형을 맞춰 합성곱 신경망 네트워크의 분류 성능을 향상시킬 수 있으며, 합성곱 신경망 네트워크의 수렴 시간을 줄여 보다 적은 학습량으로 합성곱 신경망 네트워크의 성능을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전이 학습을 이용한 이미지 분류 모델 생성 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2 내지 도 7은 도 1에 도시된 전이 학습을 이용한 이미지 분류 모델 생성 장치를 이용하여 이미지 분류 모델을 생성하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면들이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 분류 모델 생성 방법의 순서를 도시한 흐름도이다.

도 9 내지 도 11은 도 8에 도시된 이미지 분류 모델 생성 방법의 일부 단계에 대한 세부 단계들을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다. 다만, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시예들로 한정되는 것은 아니다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않는다. 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미로 해석되어야 한다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 추가적으로 갖는 것으로 해석되어야 하며, 별도로 정의되지 않는 한 매우 이상적이거나 제한적인 의미로 해석되지 않는다.

[0014] 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 도면에 나타난 각 구성요소의 크기, 형태, 형상은 다양하게 변형될 수 있다. 명세서 전체에 대하여 동일/유사한 부분에 대해서는 동일/유사한 도면 부호를 붙였다.

[0015] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부" 등은 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략하였다.

- [0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결(접속, 접촉 또는 결합)"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(구비 또는 마련)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 "포함(구비 또는 마련)"할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0017] 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 나타내는 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용되며, 구성 요소들의 순서나 관계를 제한하지 않는다. 예를 들어, 본 발명의 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2구성요소도 제1구성 요소로 명명될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 단수 표현의 형태들은 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 표현의 형태들도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전이 학습을 이용한 이미지 분류 모델 생성 장치(이하, "이미지 분류 모델 생성 장치(100)"라 함)의 구성을 도시한 블록도이고, 도 2 내지 도 7은 이미지 분류 모델 생성 장치(100)를 이용하여 이미지 분류 모델을 생성하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면들이다. 이하에서, 도 1 내지 도 7을 참조하여, 이미지 분류 모델 생성 장치(100)와 이를 이용한 이미지 분류 모델 생성 방법에 대해 상세하게 설명하도록 한다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 메모리(120) 및 프로세서(130)를 포함하며, 통신 모듈(110)을 더 포함할 수 있다. 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 서버 또는 단말과 같은 장치 형태로 형성될 수 있고, SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) 또는 IaaS (Infrastructure as a Service)와 같은 클라우드 컴퓨팅 서비스 모델에서 동작 할 수 있다. 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 사설(private) 클라우드, 공용(public) 클라우드 또는 하이브리드(hybrid) 클라우드 시스템과 같은 서버 형태로 구축될 수 있다. 또한, 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치 또는 스마트폰, 태블릿 PC 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치로 구현될 수 있다.
- [0020] 통신 모듈(110)은 메모리(120)에 저장되는 데이터와 프로세서(130)가 사용하는 데이터 등을 외부 장치로부터 전송 받을 수 있다. 예컨대, 통신 모듈(110)은 이미지 분류 모델 생성 장치(100)의 학습에 사용되는 이미지 데이터, 분류 학습 모델 등을 외부로부터 전송 받을 수 있다. 여기서 외부 장치는 서버, 단말과 같은 장치를 의미할 수 있다. 통신 모듈(110)은 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN) 또는 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN) 등과 같은 유선 네트워크나 이동 통신망(mobile radio communication network) 또는 위성 통신망 등과 같은 모든 종류의 무선 네트워크를 통해 외부 장치와 연결될 수 있다. 통신 모듈(110)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치를 포함할 수 있다.
- [0021] 메모리(120)는 전이 학습 프로그램을 저장한다. 프로그램의 명칭은 설명의 편의를 위해 설정된 것으로, 명칭 그 자체로 프로그램의 기능을 제한하는 것은 아니다. 또한, 메모리(120)는 통신 모듈(110)로 입력되는 정보 및 데이터, 프로세서(130)에 의해 수행되는 기능에 필요한 정보 및 데이터, 프로세서(130)의 실행에 따라 생성된 데이터 중 적어도 어느 하나 이상을 저장할 수 있다. 예컨대, 메모리(120)는 이미지 분류 모델 생성 장치(100)의 학습에 사용되는 이미지 데이터, 분류 학습 모델들을 저장할 수 있다. 메모리(120)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 및 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력을 필요로 하는 휘발성 저장장치를 통칭하는 것으로 해석되어야 한다. 또한, 메모리(120)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 메모리(120)는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치 외에 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0022] 프로세서(130)는 메모리(120)에 저장된 전이 학습 프로그램을 실행하도록 구성된다. 프로세서(130)는 데이터를 제어 및 처리하는 다양한 종류의 장치들을 포함할 수 있다. 프로세서(130)는 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 일 예에서, 프로세서(130)는 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 형태로 구현될 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0024] 프로세서(130)는 전이 학습 프로그램을 실행하여 다음과 같은 기능 및 절차들을 수행할 수 있다.
- [0025] 프로세서(130)는 학습에 사용되는 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성한다. 프로세서(130)는 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성한다. 프로세서(130)는 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택한다. 프로세서(130)는 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 전이 학습을 수행한다. 여기서, 전이 학습이란, 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하도록 하는 것일 수 있다.
- [0026] 일 예에서 상술한 이미지 데이터는 복수개의 이미지들을 포함하고, 복수개의 이미지들은 각각 제1 내지 제N 클래스(N은 1보다 큰 자연수) 중 하나의 클래스에 포함될 수 있다. 예컨대, 이미지 데이터는 강아지가 포함된 강아지 클래스의 이미지들과, 고양이들이 포함된 고양이 클래스의 이미지들을 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0027] 프로세서(130)는 복수개의 이미지들을 대상으로 특징 정보를 추출하고, 추출된 특징 정보를 제외한 배경을 제거할 수 있다. 예컨대, 도 2를 참조하면, 프로세서(130)는 병충해를 입은 식물 잎 사진(210)에서 병충해에 해당하는 특징을 갖는 부분(220)을 특징 정보로 추출할 수 있다. 이 때, 특징 이외에 병충해에 해당하지 않는 부분은 학습에 불필요하므로 배경으로 취급되며 제거될 수 있다. 이와 같이, 프로세서(130)는 이미지들을 대상으로 크로핑(cropping)과 같은 전처리 과정을 수행할 수 있으며, 이외에도 다양한 전처리 과정을 수행할 수 있다. 프로세서(130)는 특징 정보 추출 후 특징 정보를 포함하는 이미지들(220)에 대해 데이터 확대 기법을 적용하여 학습 데이터 세트(230)를 생성할 수 있다. 데이터 확대에 대해서는 아래에서 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0028] 프로세서(130)는 제1 내지 제N 클래스 각각에 포함된 이미지들의 개수를 산출하여 기설정된 클래스 균형 기준을 토대로 클래스들 간의 균형을 판단할 수 있다. 프로세서(130)는 클래스들 간의 균형이 불균형적이라고 판단한 경우, 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수를 조절할 수 있다. 기설정된 클래스 밸런싱 기법은 제1 내지 제N 클래스 중 기설정된 클래스 균형 기준보다 적은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 복제를 더 수행하고, 기설정된 클래스 균형 기준보다 많은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 삭제하는 것을 의미할 수 있다. 이러한 클래스 밸런싱 과정은 프로세서(130)에 의해 클래스들 간의 균형이 균형적이라고 판단한 경우에는 생략될 수 있다.
- [0029] 도 3에 도시된 그래프(310)는 클래스 밸런싱 기법을 진행하기 전 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수(Imbalanced data)와 클래스 밸런싱 기법을 진행한 후의 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수(Balanced data)를 나타내는 그래프(310)다. 예컨대, 도 3을 참조하면, 세균성 줄기 시듦(Bacterial wilt stem) 클래스(311)에 포함된 이미지들의 개수는 약 1700개일 수 있다. 오이 모자이크 바이러스 잎(Cucumber mosaic virus leaf) 클래스(312)에 포함된 이미지들의 개수는 약 4300개일 수 있다. 이외에도 이미지 분류 모델 생성 장치(100)의 학습에 사용되는 이미지들의 개수는 클래스마다 상이할 수 있다. 이 때, 학습 정확도와 효율을 높이기 위해 클래스들에 포함된 이미지들의 개수를 기설정된 클래스 균형 기준을 토대로 조절할 수 있다. 예컨대, 클래스 균형 기준은 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수의 평균일 수 있으나, 이외에도 다양한 기준과 조건들을 포함할 수 있다.
- [0030] 일 예에서, 프로세서(130)에 의해 기설정된 클래스 균형 기준은 클래스들에 포함된 이미지들의 개수가 2천개 이상 내지 4천개 미만으로 설정될 수 있다. 이에 따라, 프로세서(130)는 세균성 시듦(Bacterial wilt stem) 클래스(311)와 오이 모자이크 바이러스 잎(Cucumber mosaic virus leaf) 클래스(312)에 의해 클래스들의 균형이 불균형적이라고 판단할 수 있다. 이 때, 프로세서(130)는 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 활용해 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수를 조절할 수 있다. 같은 예에서, 프로세서(130)는 세균성 시듦(Bacterial wilt stem) 클래스(311)에 포함된 이미지들의 일부를 복제하여 세균성 시듦(Bacterial wilt stem) 클래스(311)에 포함된 이미지들의 개수를 약 2700개로 조절할 수 있다. 프로세서(130)는 오이 모자이크 바이러스 잎(Cucumber mosaic virus leaf) 클래스(312)에 포함된 이미지들을 일부 삭제하여 오이 모자이크 바이러스 잎(Cucumber mosaic virus leaf) 클래스(312)에 포함된 이미지들의 개수를 약 4천개로 조절할 수 있다.
- [0031] 프로세서(130)는 전처리 데이터를 대상으로 뒤집기, 회전, 노이즈 첨가 및 광도 변경 중 적어도 하나의 데이터 확대 기법을 수행할 수 있다. 도 4를 참조하면, 프로세서(130)는 데이터 확대 기법을 통해 원본 이미지(410)를 기초로 수평으로 뒤집기한 이미지(411), 90도 회전한 이미지(412), 리사이징한 이미지(413), 밝기를 밝게 변경한 이미지(414) 등 다양한 학습 데이터 세트용 이미지를 생성할 수 있다.

- [0032] 프로세서(130)는 분류 학습 모델들을 대상으로 적합 테스트를 수행하여 테스트 결과값을 산출하고, 분류 학습 모델들 중 가장 높은 테스트 결과값을 갖는 분류 학습 모델을 선택하여 전이 학습을 수행할 수 있다. 여기서, 적합 테스트는 분류 학습 모델들 각각이 이미지 데이터에 포함된 복수개의 이미지들 중 일부의 이미지에 대해 분류 학습을 수행하도록 하고, 수행 결과를 학습 적합도로 평가하는 방식으로 이루어질 수 있다.
- [0033] 도 5에는 세가지의 분류 학습 모델들(VGG16, InceptionNetV3, MobileNet)에 대한 적합 테스트 결과를 나타낸 그래프(510, 520)가 도시되어 있다. 도 5를 참조하면, 프로세서(130)는 세가지의 분류 학습 모델들(VGG16, InceptionNetV3, MobileNet)에 대하여 적합 테스트를 수행할 수 있다. 세가지의 분류 학습 모델들(VGG16, InceptionNetV3, MobileNet)은 메모리(120)에 저장되어 있을 수 있다. 프로세서(130)는 적합 테스트를 통해 InceptionNetV3가 가장 높은 트레이닝 정확도(Training Accuracy)를 가지고, MobileNet이 가장 낮은 트레이닝 정확도(Training Accuracy)를 가지는 것으로 판단할 수 있다. 또한, 프로세서(130)는 적합 테스트를 VGG16이 가장 높은 검증 정확도(Validation Accuracy)를 가지고, InceptionNetV3가 가장 낮은 검증 정확도(Validation Accuracy)를 가지는 것으로 판단할 수 있다. 이를 토대로 프로세서(130)는 세가지의 분류 학습 모델들(VGG16, InceptionNetV3, MobileNet) 중에서 한가지를 선택하여 전이 학습을 수행할 수 있다.
- [0034] 프로세서(130)는 복수개의 학습 레이어들을 동결하고 분류기만으로 전이 학습을 수행하여 손실을 산출하는 제1 과정과, 제1 과정을 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 복수개의 학습 레이어들 중 일부 레이어의 동결을 해제하는 제2 과정, 동결 해제된 학습 레이어와 분류기를 이용하여 전이 학습을 수행하고 손실을 산출하는 제3 과정, 제3 과정을 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 복수개의 학습 레이어들 중 동결 해제되지 않은 레이어의 동결을 해제하는 제4 과정, 그리고, 복수개의 학습 레이어들 전부가 동결 해제될 때까지 제3 과정 및 제4 과정을 반복하는 제5 과정을 수행할 수 있다. 이와 같이 프로세서(130)는 학습 레이어들을 동결시킨 후 순서대로 해제시키는 단계적 전이 학습 방법을 통해 부정적 전이 문제를 방지할 수 있다.
- [0035] 도 6에 도시된 그래프(610)를 참조하면, 전이 학습시 학습 반복 횟수에 따라 정확도가 점차 높아지다가 일정 반복수를 넘어서면 정확도가 낮아지는 부정적 전이(negative transfer)가 발생하는 것을 알 수 있다. 따라서, 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 상술한 단계적 전이 학습 방법을 통해 부정적 전이(negative transfer)가 발생하지 않는 수준의 학습 반복 횟수에 도달하면 학습을 멈추도록 하여 부정적 전이를 방지할 수 있다.
- [0036] 도 7을 참조하여 상술한 단계적 전이 학습 방법을 다시 설명하면, 먼저, 프로세서(130)는 전이 학습을 위해 선택된 분류 학습 모델(71)의 학습 레이어들(720)을 모두 동결하고, 분류기(710)만으로 학습 데이터 세트에 대해 분류 학습을 시작한다. 다음, 프로세서(130)는 분류기만을 이용한 학습 횟수가 반복됨에 따라 산출되는 손실을 계산하여 손실이 감소하지 않는 경우, 학습 레이어들(720)의 일부를 동결 해제한다. 이에 따라, 선택된 분류 학습 모델(72)은 동결된 학습 레이어들(721)과 동결 해제된 학습 레이어들(722) 및 분류기(710)를 갖는다. 이후, 프로세서(130)는 선택된 분류 학습 모델(73)의 학습 레이어들(720)이 모두 동결 해제될때까지 같은 방식으로 학습을 반복한다. 즉, 프로세서(130)는 손실이 감소되지 않으면 동결된 학습 레이어들이 모두 동결 해제될 때까지 레이어들의 동결을 해제한다. 모든 레이어들이 동결되고 나면 프로세서(130)는 일부 미세 조정 절차를 거친 후 전이 학습 절차를 완료할 수 있다.
- [0037] 상술한 이미지 분류 모델 생성 장치(100)의 단계적 전이 학습을 통한 분류 모델 생성 과정의 일 예를 설명하면, 해당 과정은 데이터 준비, 클래스 밸런싱, 데이터 확대, 벤치마킹, 모델 설계 및 단계적 전이 학습으로 이루어질 수 있다. 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 학습에 사용될 데이터 세트를 생성하기 위해 준비된 이미지 데이터를 대상으로 크로핑, 데이터 확대 등의 전처리를 수행한다. 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 학습 데이터 세트를 대상으로 클래스 불균형 여부를 검사한다. 클래스 불균형은 일부 클래스가 다른 클래스에 비해 과도하게 적거나 많은 이미지를 가질 때 발생하는데, 이로 인해 생성 모델이 편향된 결과를 예측하는 문제가 발생할 수 있다. 이 문제는 밸런싱 기법을 사용하여 과소 표현된 클래스에서 데이터 확대 기법을 사용하고 과대 표현된 클래스에서 일부 샘플을 제거함으로써 해결된다. 프로세서(130)는 밸런싱 기법을 사용하여 클래스 간 균형을 맞춘 후 데이터 확대를 다시 진행하고, 모델을 설계하는 단계를 수행한다. 이미지 분류 모델 생성 장치(100)는 기 설정된 분류 학습 모델들 중에서 일부를 선택하여 학습 데이터 세트를 학습한다. 프로세서(130)는 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 학습 데이터 세트에 대해 단계적 방식으로 전이 학습을 수행한다. 프로세서(130)는 선택된 분류 학습 모델의 가중치가 전이되도록 하고 선택된 분류 학습 모델의 모든 레이어를 동결한다. 그 다음, 프로세서(130)는 전이 학습과 함께 손실을 계산한다. 프로세서(130)는 지난 10회의 반복 학습 동안 손실이 감소하지 않는 경우 일부 레이어의 동결을 해제하고, 마지막으로 손실이 지속적으로 감소하여 모든 레이어가 동결된 상태로 유지되면 모든 레이어가 동결 해제되고 미세 조정을 진행한다. 프로세서(130)는 최대 설정해놓은 반복

학습 횟수 중 5회 미만이 남은 경우, 모든 레이어를 동결 해제한 후 단계별 전이 학습을 마무리 할 수도 있다. 여기서 손실은 분류 학습 모델의 평가 지표 중 예측 값과 실제 값의 차이를 의미하며, 프로세서(130)는 지정한 학습 횟수(epoch) 동안 모델의 손실을 줄이는 방향으로 학습을 진행한다. 학습 횟수가 반복되더라도 손실이 크게 감소하지 않는다는 것은 학습을 충분히 하지 못하였다는 것을 의미하므로, 손실이 감소하지 않을 때 레이어의 동결이 해제된다.

[0038] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 분류 모델 생성 방법의 순서를 도시한 흐름도이고, 도 9 내지 도 11은 도 8에 도시된 이미지 분류 모델 생성 방법의 일부 단계에 대한 세부 단계들을 도시한 흐름도이다. 이하에서 설명될 이미지 분류 모델 생성 방법은 앞서 도 1 내지 도 7을 참조하여 설명한 이미지 분류 모델 생성 장치(도 1의 100)에 의해 수행될 수 있다. 따라서, 앞서 도 1 내지 도 7을 참조하여 설명한 본 발명의 실시예에 대한 내용은 이하에서 설명될 실시예에도 동일하게 적용될 수 있으며, 이하에서 상술한 설명과 중복되는 내용은 생략하도록 한다. 이하에서 설명되는 단계들은 반드시 순서대로 수행되어야 하는 것은 아니고, 단계들의 순서는 다양하게 설정될 수 있으며, 단계들은 거의 동시에 수행될 수도 있다.

[0039] 도 8을 참조하면, 본 실시예에 따른 이미지 분류 모델을 생성하는 방법은 전처리 단계(S110), 학습 데이터 세트 생성 단계(S120) 및 단계적 전이 학습 단계(S130)를 포함할 수 있다. S110 내지 S130 단계는 상술한 바와 같이 이미지 분류 모델 생성 장치(도 1의 100)에 의해 수행될 수 있다.

[0040] 전처리 단계(S110)는, 학습에 사용되는 이미지 데이터를 대상으로 전처리를 수행하여 전처리 데이터를 생성하는 단계를 의미한다. 학습 데이터 세트 생성 단계(S120)는 전처리 데이터를 대상으로 데이터 확대를 수행하여 학습 데이터 세트를 생성하는 단계를 의미한다. 단계적 전이 학습 단계(S130)는 이미지 데이터와 상이한 이미지 데이터를 대상으로 분류 학습을 수행하여 생성된 분류 학습 모델들 중에서 하나의 분류 학습 모델을 선택하고, 선택된 분류 학습 모델을 이용하여 학습 데이터 세트를 대상으로 하는 전이 학습을 수행하는 단계를 의미한다. 여기서, 전이 학습이란, 선택된 분류 학습 모델에 포함된 분류기와 복수개의 학습 레이어들을 분리시켜 학습 데이터 세트를 대상으로 분류 학습을 수행하도록 하는 것일 수 있다. 또한, 이미지 데이터는 복수개의 이미지들을 포함하고, 복수개의 이미지들은 각각 제1 내지 제N 클래스(N은 1보다 큰 자연수) 중 하나의 클래스에 포함될 수 있다.

[0041] 도 9를 참조하면, 전처리 단계(S110)는 배경 제거 단계(S111), 클래스 균형 판단 단계(S112) 및 클래스 밸런싱 단계(S113)를 포함할 수 있다. 배경 제거 단계(S111)는 복수개의 이미지들을 대상으로 특징을 추출하고, 추출된 특징을 제외한 배경을 제거하는 단계를 의미한다. 클래스 균형 판단 단계(S112)는 제1 내지 제N 클래스 각각에 포함된 이미지들의 개수를 산출하여 기설정된 클래스 균형 기준을 토대로 클래스들 간의 균형을 판단하는 단계를 의미한다. 클래스 밸런싱 단계(S113)는 클래스들 간의 균형이 불균형적이라고 판단한 경우, 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로 클래스들 각각에 포함된 이미지들의 개수를 조절하는 단계를 의미한다. 이미지 분류 모델 생성 장치(도 1의 100)에 의해 클래스들 간의 균형이 균형적이라고 판단한 경우 클래스 밸런싱 단계(S113)는 생략될 수 있다.

[0042] 전처리 단계(S110)는 추가적으로, 기설정된 클래스 밸런싱 기법을 토대로, 제1 내지 제N 클래스 중 기설정된 클래스 균형 기준보다 적은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 복제를 수행하고, 기설정된 클래스 균형 기준보다 많은 이미지를 가진 클래스를 대상으로 이미지 삭제를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0043] 일 예에서, 학습 데이터 세트 생성 단계(S120)는 전처리 단계(S110)를 통해 생성된 전처리 데이터를 대상으로 뒤집기, 회전, 노이즈 첨가 및 광도 변경 중 적어도 하나의 데이터 확대 기법을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이를 통해 학습을 위한 데이터를 증가시킬 수 있다.

[0044] 도 10을 참조하면, 단계적 전이 학습 단계(S130)는 적합 테스트 수행 단계(S131), 분류 학습 모델 선택 단계(S132)를 포함할 수 있다. 적합 테스트 수행 단계(S131)는 분류 학습 모델들을 대상으로 적합 테스트를 수행하여 테스트 결과값을 산출하는 단계를 의미한다. 분류 학습 모델 선택 단계(S132)는 분류 학습 모델들 중 가장 높은 테스트 결과값을 갖는 분류 학습 모델을 선택하여 전이 학습을 수행하는 단계를 의미한다. 여기서, 적합 테스트는, 분류 학습 모델들 각각이 이미지 데이터에 포함된 복수개의 이미지들 중 일부의 이미지에 대해 분류 학습을 수행하도록 하고, 수행 결과를 학습 적합도로 평가하는 방식으로 이루어질 수 있다.

[0045] 도 11을 참조하면, 단계적 전이 학습 단계(S130)는 복수개의 학습 레이어들을 동결하고 분류기만으로 전이 학습을 수행하고 손실을 산출하는 단계(S133), S133 단계를 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 복수개의 학습 레이어들 중 일부 레이어의 동결을 해제하는 단계(S134), 동결 해제된 학습 레이어와 분류기

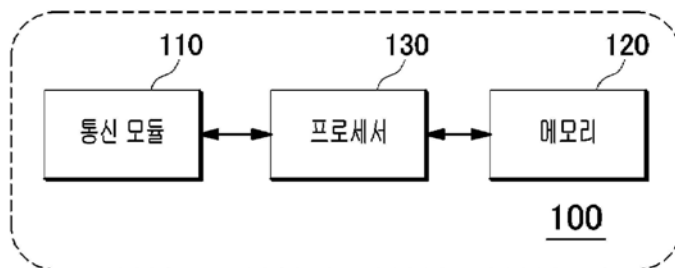
를 이용하여 전이 학습을 수행하고 손실을 산출하는 단계(S135), S135 단계를 복수회 수행함에 따라 산출된 손실이 감소하지 않는 경우 복수개의 학습 레이어들 중 동결 해제되지 않은 레이어의 동결을 해제하는 단계(S136), 그리고, 복수개의 학습 레이어들 전부가 동결 해제될 때까지 S135 단계 및 S136 단계를 반복하는 단계(S137)를 포함할 수 있다. 이와 같이, 단계적 전이 학습 단계(S130)를 통해 단계적으로 동결된 학습 레이어들의 동결을 학습횟수에 따른 손실을 평가하여 해제하는 방식의 단계적 전이 학습을 수행함으로써 부정적 전이를 방지할 수 있다.

[0046] 이상 지금까지 설명한 본 발명의 실시예에 따른 이미지 분류 모델 생성 방법은 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

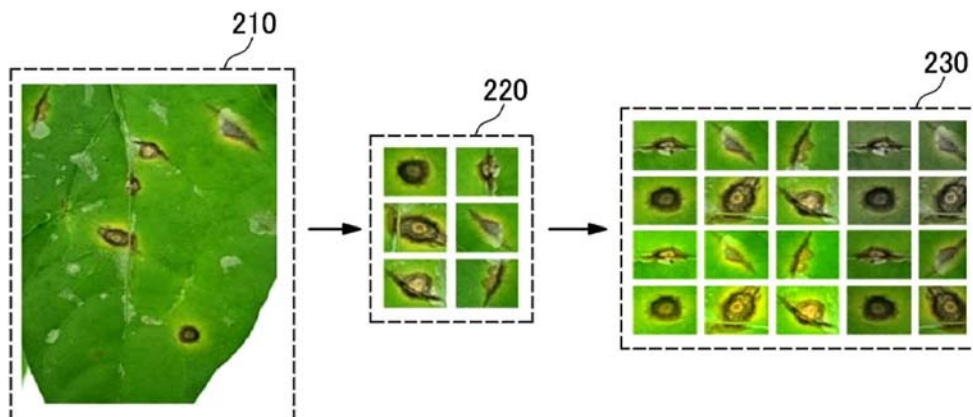
[0047] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 상술한 설명을 기초로 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해되어야만 한다. 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다. 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

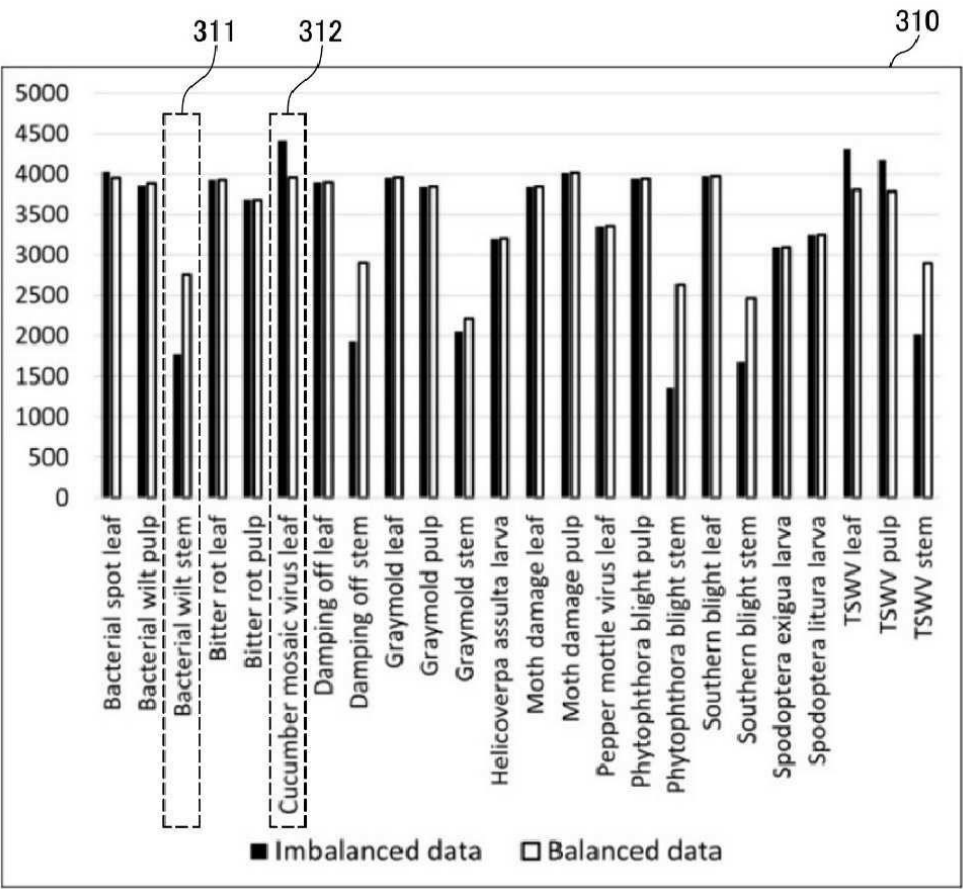
도면1



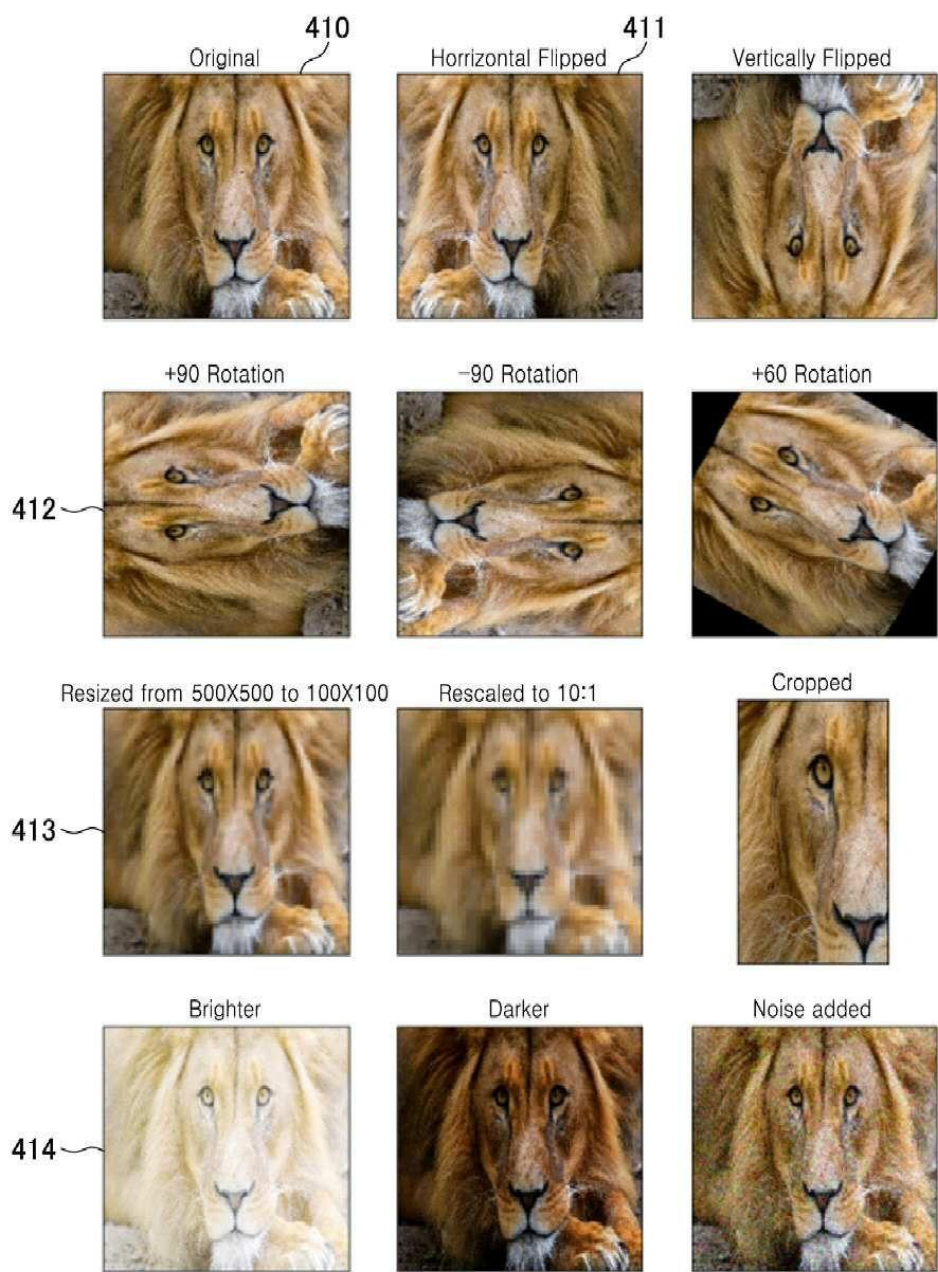
도면2



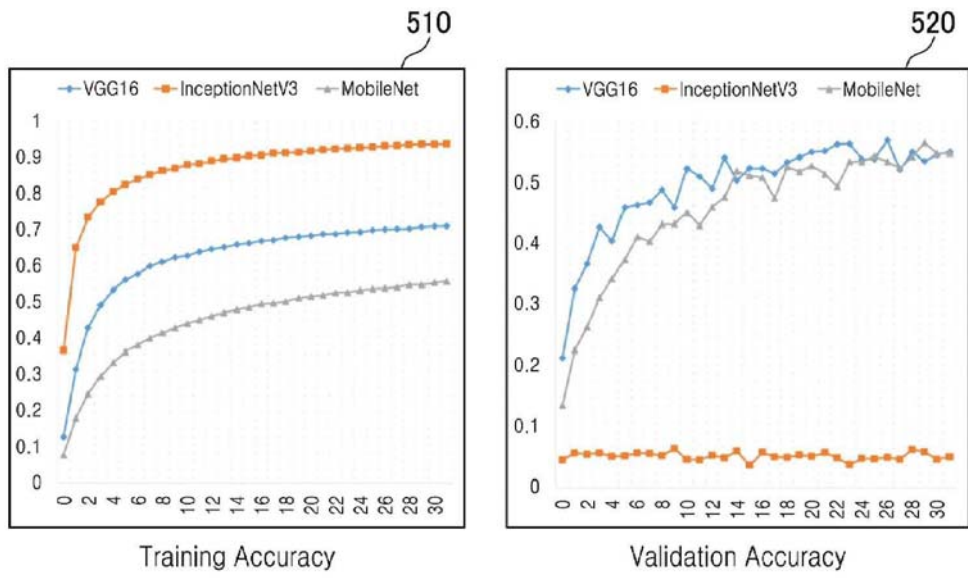
도면3



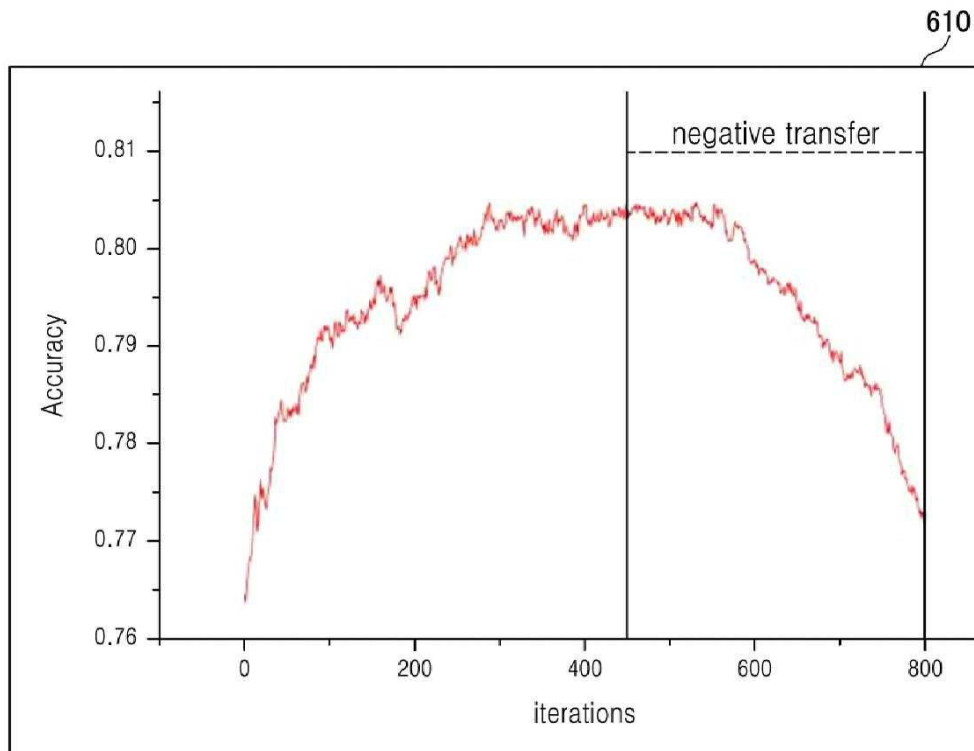
도면4



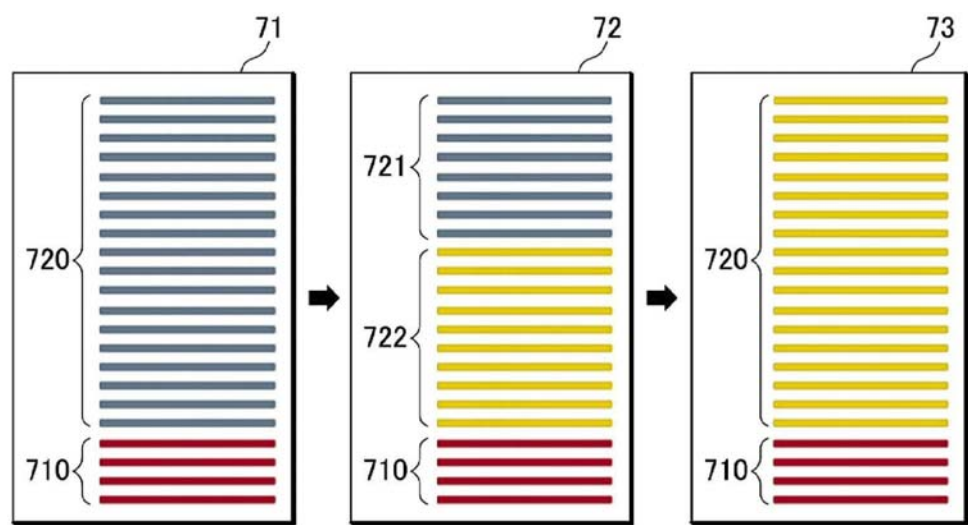
도면5



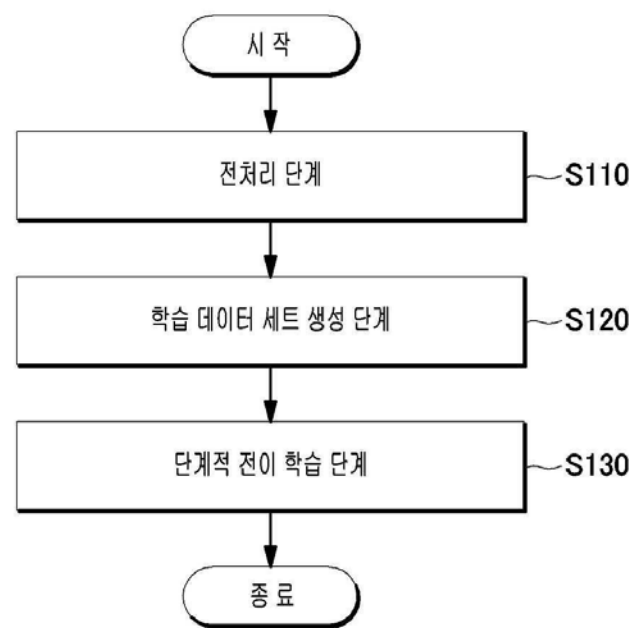
도면6



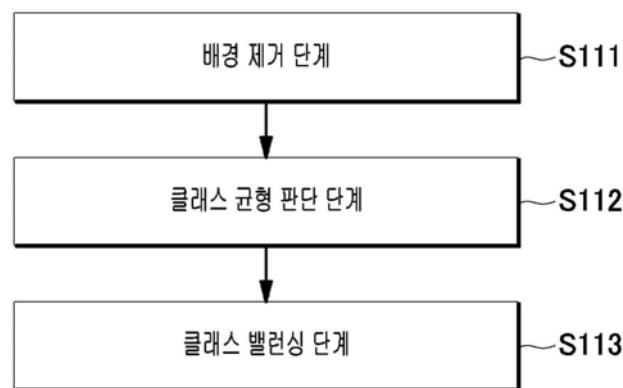
도면7



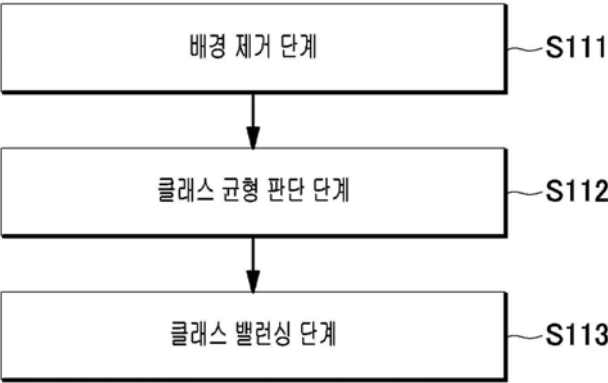
도면8



도면9



도면10



도면11

