



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0086078
(43) 공개일자 2021년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/08 (2006.01) G06N 3/04 (2006.01)
G06Q 50/06 (2012.01)

(52) CPC특허분류
G06N 3/08 (2013.01)
G06N 3/0454 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0179761
(22) 출원일자 2019년12월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)

(72) 발명자
김상우
경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 6동 505호 (지곡동, 교수아파트)

최혜연
경상북도 포항시 남구 청암로 77, 1동 1301호 (지곡동)

(74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 12 항

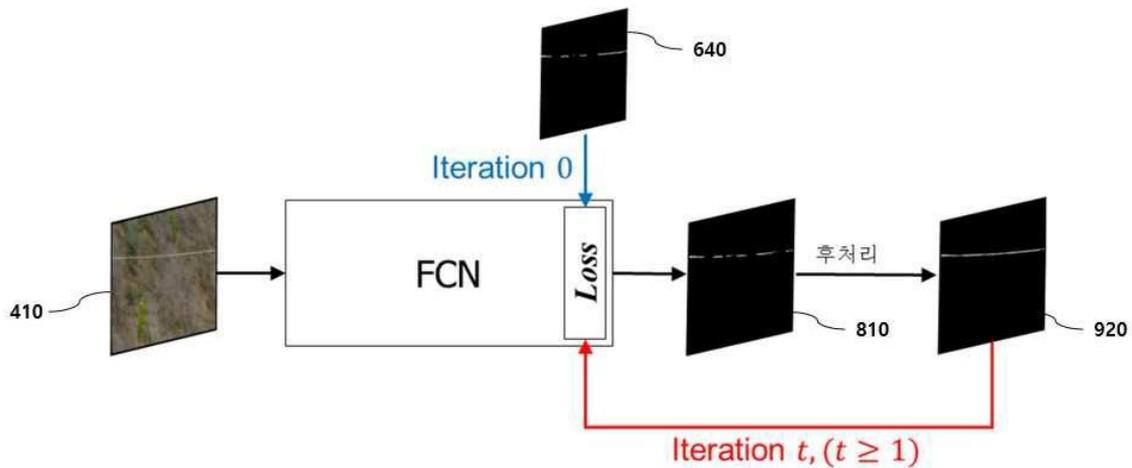
(54) 발명의 명칭 입력 이미지로부터 전력선을 검출하는 인공지능망의 학습 방법

(57) 요약

본 발명은 이러한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 픽셀 단위로 라벨링된 이미지를 생성하는 과정이 없이도, 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공지능망을 학습하는 방법을 제공함을 목적으로 한다.

본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공지능망의 학습 방법은, 입력 이미지 내에 (뒷면에 계속)

대표도



목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공신경망에 학습 이미지를 입력 벡터로 입력하고, 상기 제1 인공신경망의 복수의 컨벌루션 레이어(Convolutional Layer) 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어로부터 각각 특성맵(Feature Map)을 추출하고, 상기 추출된 특성맵 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵을 생성하는 반응맵 생성단계; 상기 반응맵의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지를 생성하는 라벨이미지 생성단계; 제2 인공신경망에 상기 학습 이미지를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지와 상기 제1 라벨이미지와 손실(Loss)을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제1차 학습시키는 학습단계; 제1차 학습된 상기 제2 인공신경망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하는 출력단계; 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하는 후처리단계; 상기 입력 이미지를 제2 인공신경망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 상기 목적물 검출 이미지와 상기 제2 라벨이미지와 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제2차 학습하는 반복학습단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06Q 50/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공지능망의 학습 방법에 있어서,

입력 이미지 내에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공지능망에 학습 이미지를 입력 벡터로 입력하고, 상기 제1 인공지능망의 복수의 컨벌루션 레이어(Convolutional Layer) 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어로부터 각각 특성맵(Feature Map)을 추출하고, 상기 추출된 특성맵 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵을 생성하는 반응맵 생성단계;

상기 반응맵의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지를 생성하는 라벨이미지 생성단계;

제2 인공지능망에 상기 학습 이미지를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지와 상기 제1 라벨이미지와 손실(Loss)을 최소화하도록, 상기 제2 인공지능망을 제1차 학습시키는 학습단계;

제1차 학습된 상기 제2 인공지능망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하는 출력단계;

상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하는 후처리단계;

상기 입력 이미지를 제2 인공지능망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 상기 목적물 검출 이미지와 상기 제2 라벨 이미지와의 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공지능망을 제2차 학습하는 반복학습단계를 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 반응맵 생성단계는,

상기 복수의 컨벌루션 레이어 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어를 선택하는 단계;

상기 결정된 컨벌루션 레이어 각각에 대하여 적어도 하나의 특성맵을 추출하여 상기 적어도 하나의 특성맵을 대표하는 레이어 특성맵을 생성하는 단계;

상기 레이어 특성맵 중 작은 크기의 제1 레이어 특성맵을 업샘플링(Upsampling) 하여 큰 크기의 제2 레이어 특성맵의 크기와 하고 동일한 업샘플링 특성맵을 생성하는 단계;

상기 업샘플링 특성맵과 상기 제2 레이어 특성맵 간에 연산을 수행하는 단계;를 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 레이어 특성맵을 생성하는 단계는,

상기 결정된 컨벌루션 레이어 중 적어도 하나로부터 복수의 특성맵을 추출하여, 공통의 좌표를 갖는 상기 복수의 특성맵 데이터들의 대표값을 각각의 좌표마다 추출하는 단계;

상기 대표값 각각을 상기 각각의 좌표의 값으로 갖는 레이어 특성맵을 생성하는 단계;를 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 목적물은 전력선이고,

상기 후처리단계는,

상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 상기 전력선의 복수의 형상 조각 중 두 개의 조각을 선분으로 연결하는 단계를 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 후처리단계는,

상기 전력선의 복수의 형상 조각 중 상기 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인 조각을 추출하는 단계;

상기 추출된 조각 중, 상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각을 선분으로 연결하는 단계;를 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 상기 전력선의 형상 조각; 및

상기 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인 조각; 중 적어도 하나가 단수(單數)이거나,

상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각이 존재하지 않을 때까지,

상기 후처리단계 및 상기 반복학습단계를 반복하는 단계를 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 7

제6항의 인공지능망의 학습 방법에 의해 학습된 인공지능망을 통하여 입력 이미지로부터 전력선을 검출하는 단계를 포함하는, 입력 이미지 내의 전력선 검출 방법

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 학습단계는,

상기 학습 이미지와 상기 목적물 검출 이미지의 이미지 사이즈가 동일하도록 학습하는 FCN(Fully Convolutional Networks) 학습 방법을 포함하는, 인공지능망의 학습 방법.

청구항 9

메모리 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 메모리는 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

입력 이미지 내에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공지능망에 학습 이미지를 입력 벡터로

입력하고,

상기 제1 인공신경망의 복수의 컨벌루션 레이어(Convolutional Layer) 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어로부터 각각 특성맵(Feature Map)을 추출하고,

상기 추출된 특성맵 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵을 생성하고,

상기 반응맵의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지를 생성하고,

제2 인공신경망에 상기 학습 이미지를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지와 상기 제1 라벨이미지와 손실(Loss)을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제1차 학습시키고,

제1차 학습된 상기 제2 인공신경망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하고,

상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하고,

상기 입력 이미지를 제2 인공신경망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 상기 목적물 검출 이미지와 상기 제2 라벨 이미지와의 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제2차 학습하도록 하는 프로그램 코드를 포함하는, 전자 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 목적물은 전력선이고,

상기 제2 라벨이미지는, 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 상기 전력선의 복수의 형상 조각 중 두 개의 조각을 선분으로 연결하여 생성되도록 구성되는, 전자 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 라벨이미지는,

상기 전력선의 복수의 형상 조각 중 상기 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인 조각을 추출하고,

상기 추출된 조각 중, 상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각을 선분으로 연결하여 생성되도록 더 구성되는, 전자 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로그램 코드는 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 상기 전력선의 형상 조각; 및

상기 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인 조각; 중 적어도 하나가 단수(單數)이거나,

상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각이 존재하지 않을 때까지,

상기 제2 라벨이미지를 생성하고 및 상기 제2차 학습하는 동작을 반복하도록 더 구성되는, 전자 장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 입력 이미지로부터 전력선을 검출하는 인공지능망의 학습 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 안정된 전력공급을 위하여 전력설비의 모니터링을 온전하게 수행하는 것은 전기산업에서 매우 중요한 과제이다. 기존에는 산간지역 등 인적이 드문 곳에 존재하는 전력설비에 직접 사람이 접근하여 모니터링을 수행하였는데, 이러한 방식은 설비의 수가 매우 많고 개별 설비에 대한 접근성이 떨어지는 현 상황 때문에 많은 노동력과 시간을 요구하였다.

[0003] 한편, 최근 드론을 활용한 업무 영역은 방송 등과 같은 엔터테인먼트 사업에서부터 군부대 또는 토목 분야와 같은 산업현장까지 다양하게 확산되고 있다. 주로 드론 활용은 드론에 부착된 카메라의 영상을 활용하는 목적으로 출발했지만, 최근에는 촬영된 영상을 분석하는 인공지능 기술을 접목하여 산업현장에 업무 수행 목적으로 활용되고 있다.

[0004] 전력설비 모니터링에 요구되는 노동력과 시간을 절감하기 위해서 최근에는 드론 등에 비전센서를 부착하여 영상을 취득 후 영상분석 알고리즘을 통해 모니터링을 하고자하는 시도들이 생겨나고 있다. 이러한 기술개발 경향과 더불어, 한전에서도 드론을 활용한 전력설비 진단 기술을 적용/개발하고있다.

[0005] 이때, 드론의 비행에 있어서 전력선은 충돌을 피해야하는 큰 장애물로 취급된다. 또한 전력선 자체의 결함의 탐상도 중요한 모니터링 과제 중 하나이다. 때문에 영상 내 전력선의 위치 검출은 전력설비 모니터링에 있어 매우 중요한 요소 중 하나이다.

[0006] 영상 내 전력선의 검출은 인공지능에 의하여 학습된 장치에 의해 수행될 수 있는데, 최근 영상 인식분야에서는 기존의 규칙기반(rule based) 머신비전(machine vision) 방법보다 더 좋은 성능을 보여주는 딥러닝을 활용한 알고리즘들이 영상 내 전력선 검출에 사용되고 있는 추세이다.

[0007] 기존의 딥러닝을 사용한 전력선 인식 알고리즘을 학습하기 위해서는, 픽셀 단위로 정교하게 라벨링이 진행된 이미지가 요구된다. 픽셀 단위의 라벨 데이터는 개별 영상 내 전력선의 위치에 마킹을 하는 수작업을 통해서 제작하는 과정이 필요한데, 이 과정은 매우 많은 노동력과 시간을 요구한다. 데이터의 수가 많을수록 더 좋은 성능을 보이는 딥러닝 알고리즘의 특성상, 많은 라벨 데이터를 생성하는 것이 필요하며 이에 매우 큰 비용이 든다는 단점이 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) "Visualbackprop: visualizing cnns for autonomous driving." Bojarski, M., Choromanska, A., Choromanski, K., Firner, B., Jackel, L., Muller, U., & Zieba, K. arXiv:1611.05418,2.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 이러한 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 픽셀 단위로 라벨링된 이미지를 생성하는 과정이 없이도, 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공지능망을 학습하는 방법을 제공함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공지능망의 학습 방법은, 입력 이미지에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공지능망에 학습 이미지를 입력 벡터로 입력하고, 상기 제1 인공지능망의 복수의 컨벌루션 레이어(Convolutional Layer) 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어로부터 각각 특성맵(Feature Map)을 추출하고, 상기 추출된 특성맵 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵을 생성하는 반응맵 생성단계; 상기 반응맵의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지를 생성하는 라벨이미지 생성단계; 제2 인공지능망에 상기 학습 이미지를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출

이미지와 상기 제1 라벨이미지와 손실(Loss)을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제1차 학습시키는 학습 단계; 제1차 학습된 상기 제2 인공신경망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하는 출력 단계; 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하는 후처리 단계; 상기 입력 이미지를 제2 인공신경망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 상기 목적물 검출 이미지와 상기 제2 라벨이미지와 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제2차 학습하는 반복학습단계를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 메모리 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 메모리는 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금, 입력 이미지 내에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공신경망에 학습 이미지를 입력 벡터로 입력하고, 상기 제1 인공신경망의 복수의 컨벌루션 레이어(Convolutional Layer) 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어로부터 각각 특성맵(Feature Map)을 추출하고, 상기 추출된 특성맵 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵을 생성하고, 상기 반응맵의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지를 생성하고, 제2 인공신경망에 상기 학습 이미지를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지와 상기 제1 라벨이미지와 손실(Loss)을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제1차 학습시키고, 제1차 학습된 상기 제2 인공신경망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하고, 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하고, 상기 입력 이미지를 제2 인공신경망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 상기 목적물 검출 이미지와 상기 제2 라벨이미지와 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제2차 학습하도록 하는 프로그램 코드를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면 학습을 위해 필요한 그라운드 트루스(Ground Truth) 이미지를 제공하기 위하여 인력에 의해 픽셀 단위로 일일이 마킹하는 과정 없이도, 이미지 단위로 마킹을 수행함으로써 보다 간편하게 인공신경망을 학습할 수 있다. 이러한 학습 방법을 통한 인공신경망을 이용하여 전력선 검출을 수행함으로써 시간적, 비용적으로 경제적이고, 인력의 의존도가 낮아져 자동화 처리의 비중을 높일 수 있다.

[0013] 또한, 전력선과 같은 설비가 포함된 이미지가 존재하면 손쉽게 학습 데이터 셋(set)을 만들 수 있으므로, 많은 학습 데이터 셋을 확보할 수 있고, 이를 기초로 인공신경망을 학습함으로써 학습된 인공신경망의 신뢰도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 종래 기술에 따른 영상 데이터를 이용한 전력선 검출 방법의 개요를 나타낸 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 전력선을 검출하는 인공신경망의 학습 방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 이미지 단위 라벨링을 수행하는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습된 인공신경망이 입력 이미지로부터 목적물 존재 여부를 판별하는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습된 인공신경망이 입력 이미지로부터 목적물 존재 여부를 판별하는 과정에서 반응맵 및 제1 라벨이미지를 생성하는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 제1 라벨이미지를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 인공신경망을 제1차 학습시키는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀 단위 라벨이미지, 제1 라벨이미지 및 후처리된 제2 라벨이미지를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 라벨이미지를 기초로 제2 인공신경망을 반복학습하는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 후처리단계를 세부적으로 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망이 반복학습 횟수에 따라 목적물을 검출하는 모습을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다.
- [0017] 도 1은 종래 기술에 따른 영상 데이터를 이용한 전력선 검출 방법의 개요를 나타낸 개략도이다. 종래 기술에 따라 학습 데이터로부터 인공신경망을 학습하기 위해서는, 픽셀단위로 라벨영상을 제작하는 수작업 단계가 요구되었다. 학습이미지(110)가 취득되면, 작업자가 학습이미지(110)내에 전력선 부분을 픽셀 단위로 표시한다. 예를 들면, 전력선이 차지하는 픽셀은 1로, 전력선이 없는 픽셀은 0으로 표시한다. 이렇게 생성된 픽셀 단위 라벨이미지(120)를 실측 값(Ground Truth)으로 삼아 인공신경망을 학습시키는 것이 종래의 방식이다. 실측 값이란 학습이 목표로 삼는 값 또는 데이터로서, 학습은 실측 값과의 손실(Loss), 즉 차이가 가장 작도록 가중치를 변경할 수 있다. 이러한 픽셀 단위 라벨이미지(120) 생성 작업은 작업자에 의하여 정교하게 수행되어야 하고, 시간과 비용이 소모되는 문제가 있다. 따라서 본 개시물에서는, 픽셀 단위 라벨이미지(120)를 생성하는 절차 없이, 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공신경망을 학습하는 방법에 대하여 개시한다.
- [0018] 이하에서, 픽셀 단위 라벨이미지(120)를 제작하는데 소요되는 비용을 절감하기 위하여, 픽셀 단위 라벨이미지(120)보다 제작이 용이한 이미지 단위 라벨링을 이용한 준지도학습(Weakly Supervised) 기법을 활용한 전력선 검출 학습 방법에 대해 설명한다.
- [0019] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치의 구성을 나타낸 블록도이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 전력선을 검출하는 인공신경망의 학습 방법은 전자 장치(200)에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에 따른 전자 장치(200)는 프로세서(210), 메모리(220), 통신 회로(230), 입력 장치(240) 및 출력 장치(250)를 포함할 수 있다. 도 2의 전자 장치(200)의 구성은 일 실시 예로, 각각의 구성 요소는 하나의 칩, 부품 또는 전자 회로로 구성되거나, 칩, 부품 또는 전자 회로의 결합으로 구성될 수 있다. 다른 실시 예에 따라, 도 2에 도시된 구성 요소들 중 일부는 복수 개의 구성 요소로 분리되어 서로 다른 칩 또는 부품 또는 전자 회로로 구성될 수 있으며, 일부 구성 요소들은 결합되어 하나의 칩, 부품 또는 전자 회로로 구성될 수도 있다.
- [0020] 일 실시예에서 프로세서(210)는 전자 장치(200)의 전반적인 동작을 위한 데이터 처리 및/또는 연산을 수행할 수 있다. 프로세서(210)는 소프트웨어 프로그램을 구동하여 전자 장치(200)에 포함된 적어도 하나의 다른 구성 요소를 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(210)는 메모리(220)에 저장된 프로그램 코드에 따라 디버깅에 의한 학습을 수행하고, 학습의 결과를 메모리(220)에 저장할 수 있다. 나아가, 프로세서(210)는 학습된 인공신경망의 프로그램 코드를 이용하여 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 작업을 수행할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에서 메모리(220)는 전자 장치(200)의 다양한 기능을 지원하는 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(220)는 전자 장치(200)에서 구동되는 다수의 응용 프로그램, 전자 장치(200)의 동작을 위한 프로그램 코드들, 예를 들어, 머신 러닝을 위한 적어도 하나의 알고리즘 정보 등을 저장할 수 있다. 메모리는 전자 장치(200)가 인공신경망을 학습하는데 필요하거나, 인공신경망의 학습 과정 및 결과에 관련된 프로그램 코드를 저장할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에서 통신 회로(230)는, 전자 장치(200)와 외부 장치(예: 서버, 및/또는 다른 전자 장치) 간의 유무선 통신을 지원할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 통신 회로(230)는 LTE, Wifi, 블루투스, NFC, 이더넷 등의 기술을 이용하여 유무선 통신을 지원할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에서 입력 장치(240)는 전자 장치(200)에 포함된 적어도 하나의 구성 요소의 동작에 이용될 명령 또는 데이터를 전자 장치(200)의 외부로부터 수신할 수 있다. 입력 장치(240)는, 예를 들어, 영상 신호 입력을 위한 카메라 등을 포함할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 출력 장치(250)는 시각, 청각 또는 촉각 등과 관련된 출력을 발생시키기 위한 것으로, 디스플레이, 음향 출력 장치, 햅틱 모듈, 또는 광 출력 장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 출력 장치는 전자 장치

(200)에서 처리되는 정보를 표시(출력)할 수 있다.

- [0025] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공신경망의 학습 방법을 나타낸 순서도이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공신경망의 학습 방법(300)은, 반응맵 생성단계(S310), 라벨이미지 생성단계(S320), 학습단계(S330), 출력단계(S340), 후처리단계(S350) 및 반복학습단계(S360)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 인공신경망의 학습 방법은 프로세서(210)에 의하여 수행될 수 있다. 이하에서 각 단계에 관하여 자세히 설명한다.
- [0026] 일 실시예에 따른 입력 이미지로부터 목적물을 검출하는 인공신경망의 학습 방법(300)은, 먼저 반응맵 생성단계(S310)로 개시될 수 있다. 보다 구체적으로, 반응맵 생성단계(S310)에서 입력 이미지 내에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공신경망에 학습 이미지를 입력 벡터로 입력할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 제1 인공신경망은 이미지를 입력벡터로 입력받아 이미지 내에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하도록 학습된 것일 수 있다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 이미지 단위 라벨링을 수행하는 모습을 나타낸 도면이다. 일 실시예에서, 라벨링(Labeling)은 이미지 단위로 수행될 수 있다. 라벨링은 학습을 수행하는 사용자에 의해 수행될 수 있다. 일 실시예에서 이미지는, 하나의 이미지를 분할한 것일 수 있다. 사용자는 하나의 학습 이미지(410), 또는 이미지를 분할한 각각의 이미지에 대하여 라벨링 데이터를 부가하여 이미지 단위 실측 이미지(420)를 생성할 수 있다. 예를 들면, 분할한 각각의 이미지에 전력선이 있는지 여부를 사용자가 판단하고 전력선이 존재하면 라벨 값을 '1'로, 존재하지 않으면 라벨 값을 '0'으로 지정할 수 있다.
- [0028] 이미지 단위로 실측(Ground Truth) 이미지를 생성하는 작업은, 픽셀 단위로 실측 이미지를 생성하는 것에 비해 훨씬 적은 시간과 노동력을 소요한다. 따라서 실시예에서와 같이 이미지 단위로 실측값을 생성하여 이미지 내의 목적물을 검출하도록 인공신경망을 학습하는 경우, 종래에 비해 훨씬 경제적으로 학습결과에 도달할 수 있다.
- [0029] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습된 인공신경망이 입력 이미지로부터 목적물 존재 여부를 판별하는 모습을 나타낸 도면이다. 일 실시예에서, 제1 인공신경망은 기계학습(Machine Learning)에 의해 이미지로부터 목적물 존재 여부를 판단하도록 학습된 것일 수 있다. 예를 들면, CNN(Convolutional Neural Networks)에 의하여 학습된 것일 수 있다. 제1 인공신경망의 학습 과정에서, 앞서 생성된 이미지 단위 실측 이미지(420)를 이용할 수 있다. 제1 인공신경망의 학습을 위한 학습 이미지를 입력변수로 하고, 이미지 단위 실측 이미지(420)를 실측값으로 하여 학습될 수 있다. 학습된 제1 인공신경망은 입력 이미지를 입력 변수로 하여, 입력 영상내에 전력선이 존재한다고 판별한 경우 '1'을, 존재하지 않는다고 판별한 경우 '0'을 출력할 수 있다.
- [0030] CNN은 딥러닝 알고리즘의 하나로서 이미지의 특징을 추출하는 부분과 0 또는 1과 같이 클래스를 분류하는 부분으로 나눌 수 있다. 특징 추출 영역은 컨벌루션 레이어와 풀링 레이어를 여러 층 쌓는 형태로 구성될 수 있다. 컨벌루션 레이어는 입력 데이터에 필터를 적용 후 활성화 함수를 반영하는 필수 요소이다. 컨벌루션 레이어 다음에 위치되는 풀링 레이어는 선택적인 레이어일 수 있다. 이하에서 컨벌루션 레이어라고 함은 풀링 레이어를 포함하는 것일 수 있다. CNN의 마지막 부분에는 이미지 분류를 위한 Fully Connected 레이어가 추가될 수 있다. CNN의 복수의 컨벌루션 레이어 각각에서는 특성맵(Feature Map)이 생성될 수 있다. 특성맵은 입력 이미지의 특성을 담은 맵일 수 있다.
- [0031] 학습이 완료된 제1 인공신경망에, 이미지 내의 목적물 검출을 위한 인공신경망 학습을 위한 학습 이미지(410)를 입력할 수 있다. 제1 인공신경망은 전력선의 존재 여부를 판단하므로, 학습 이미지 내에서 전력선 등의 목적물이 존재하는 영역 근처에서 소정의 반응 데이터를 나타낼 수는 있으나, 목적물의 위치를 직접 검출하기는 곤란하다.
- [0032] 일 실시예에서는, 학습 이미지로부터 목적물의 위치를 대략적으로 검출할 수 있는 비주얼백프로프(VisualBackProp) 단계를 수행할 수 있다. 비주얼백프로프는 선행문헌에 공개된 바와 같은 기술을 목적물 검출에 적용한 것일 수 있다. 이하에서 비주얼백프로프에 대해 보다 자세히 설명한다.
- [0033] 제1 인공신경망에 학습 이미지가 입력된 경우, CNN의 복수의 컨벌루션 레이어 각각에서 특성맵이 생성될 수 있다. 컨벌루션 레이어 각각에서 특성맵은 복수일 수 있다. 특성맵은 복수의 컨벌루션 레이어의 층이 더해질수록 특성맵의 사이즈는 작아질 수 있다.
- [0034] 컨벌루션 레이어는 풀링 레이어를 포함하는 것으로 개념지을 수 있다. 이 경우, 컨벌루션 레이어로부터 특성맵을 추출한다고 함은, 풀링 레이어로부터 특성맵을 추출하는 것을 포함할 수 있다. 임의의 풀링 레이어에서는 이전 레이어보다 사이즈가 작아진 특성맵이 생성될 수 있다.

- [0035] 반응맵 생성단계(S310)에서 제1 인공신경망의 복수의 컨벌루션 레이어 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어(510)로부터 각각 특성맵(520)을 추출하고, 추출된 특성맵(520) 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵(630)을 생성할 수 있다.
- [0036] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 학습된 인공신경망이 입력 이미지로부터 목적물 존재 여부를 판별하는 과정에서 반응맵 및 제1 라벨이미지를 생성하는 모습을 나타낸 도면이다.
- [0037] 각각의 컨벌루션 레이어(510)는 적어도 하나의 특성맵(520)을 가질 수 있으며, 일부 또는 전부의 컨벌루션 레이어(510)는 복수의 특성맵(520)을 가질 수 있다. 복수의 특성맵(520)을 가지는 컨벌루션 레이어(510)의 경우, 복수의 특성맵(520)을 대표하는 레이어 특성맵(610)을 생성할 수 있다. 하나의 특성맵을 가지는 컨벌루션 레이어(510)의 경우, 특성맵(520) 자체가 레이어 특성맵(610)이 될 수 있다.
- [0038] 일 실시예에서 레이어 특성맵(610)을 생성하는 단계는, 적어도 하나의 컨벌루션 레이어(510)로부터 복수의 특성맵(520)을 추출하고, 공통의 좌표를 갖는 복수의 특성맵(520) 데이터들의 대표값을 각각의 좌표마다 추출할 수 있다. 여기서 대표값은 예를 들면, 평균값, 중간값, 최빈값 등일 수 있다. 예를 들어, 컨벌루션 레이어 1의 특성맵 1, 특성맵 2 및 특성맵 3에 있어서, 좌표 (1,1)의 값이 각각 5, 7, 9 라면, 좌표 (1,1)의 대표값으로서 평균값 7을 추출할 수 있다.
- [0039] 상기 대표값 각각을 상기 각각의 좌표의 값으로 갖는 레이어 특성맵(610)을 생성할 수 있다. 예를 들면, 레이어 특성맵은 앞서 얻은 대표값 7을 (1,1)좌표의 값으로 가질 수 있다. 같은 방식을 통해, 대표값 각각으로 레이어 특성맵의 모든 좌표의 값을 형성할 수 있다. 즉, 각각의 컨벌루션 레이어(510)에 대하여, 적어도 하나의 특성맵(520)을 대표하는 레이어 특성맵(610)을 생성할 수 있다.
- [0040] 일 실시예에서, 반응맵(630) 생성 단계는, 복수의 컨벌루션 레이어 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어를 선택하는 단계; 결정된 컨벌루션 레이어 각각에 대하여 적어도 하나의 특성맵을 추출하여 적어도 하나의 특성맵을 대표하는 레이어 특성맵(610)을 생성하는 단계; 레이어 특성맵 중 작은 크기의 제1 레이어 특성맵을 업샘플링(Upsampling) 하여 큰 크기의 제2 레이어 특성맵의 크기와 하고 동일한 업샘플링 특성맵(620)을 생성하는 단계; 업샘플링 특성맵(620)과 제2 레이어 특성맵 간에 연산을 수행하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0041] CNN에서 컨벌루션 레이어가 깊어질수록 특성맵의 사이즈가 작아질 수 있다. 따라서 레이어 특성맵(610) 간에 연산을 수행하기 위해서는 레이어 특성맵(610)의 사이즈를 동일하게 처리할 필요가 있다.
- [0042] 일 실시예에 따르면, 작은 크기의 레이어 특성맵(610)을 업샘플링하여 큰 크기의 레이어 특성맵과 동일하게 하는 작업을 수행할 수 있다. 업샘플링 결과 업샘플링 특성맵(620)을 생성할 수 있다.
- [0043] 업샘플링(Upsampling)이란, 크기가 감소되는 다운샘플링의 반대개념으로서, 업컨벌루션(Upconvolution), 디컨벌루션(Deconvolution) 또는 컨벌루션 트랜스퍼(Convolution Trasfer)로 불린다. 업샘플링을 수행하면 특성맵의 사이즈를 크게 만들 수 있으므로, 작은 사이즈의 특성맵을 업샘플링하여 큰 사이즈의 특성맵과 동일 사이즈로 만들 수 있다. 업샘플링은 알려진 방식을 이용할 수 있다. 사이즈가 다양한 레이어 특성맵 간에 업샘플링을 통해서 레이어 특성맵 간의 연산이 가능하다.
- [0044] 일 실시예에 따르면, 작은 사이즈의 레이어 특성맵(610)부터 업샘플링을 통한 업샘플링 특성맵(620) 생성 및 큰 사이즈의 레이어 특성맵과의 연산을 반복하여 학습 이미지와 동일하거나 유사한 사이즈의 반응맵(630)을 생성할 수 있다. 반응맵(630)에는 목적물에 대한 영역 데이터가 포함되는데, 목적물의 적어도 일부 영역이 형상으로서 포함될 수 있다.
- [0045] 다음으로, 반응맵(630)의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지(640)를 생성하는 라벨이미지 생성단계(S320)를 수행할 수 있다. 반응맵(630)의 데이터는 0-255 값을 가질 수 있다. 이를 이진화 하여 0과 1의 값을 가지는 영상으로 이진화 할 수 있다. 예를 들면, 일정 값 이하를 0으로, 초과를 1로 이진화할 수 있다. 흰색은 1로, 검은색은 0으로 나타낼 수 있다.
- [0046] 본 발명에서 학습 데이터로서 얻고자 하는 실측(Ground Truth) 이미지는 전력선 영역의 픽셀은 1로, 이외의 영역은 0으로 마킹된 이미지 이므로, 0-255 데이터는 이진화하여 전력선 판단에 필요한 요소만을 집중적으로 학습 되도록 할 수 있다. 학습의 속도 및 학습의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 그 다음, 제2 인공신경망에 학습 이미지(410)를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지와 제1 라벨 이미지(640)와의 손실(Loss)을 최소화하도록, 제2 인공신경망을 제1차 학습시키는 학습단계(S330)를 수행할 수

있다.

- [0048] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 제1 라벨이미지를 나타낸 도면이다. 일 실시예에서, 앞서 생성된 제1 라벨이미지(640)는 제1차 실측(Ground Truth) 이미지로 작용될 수 있다. 제1 인공신경망은 유/무 만을 판별하도록 학습되어있으므로, 제1 라벨이미지(640)에서 목적물 영역의 형상은 픽셀 단위 라벨이미지에 비해 정확도가 낮을 수 있다.
- [0049] 출력되는 목적물 검출 이미지와 상기 제1 라벨이미지(640)와의 손실을 최소화하도록 제2 인공신경망을 제1차 학습할 수 있다.
- [0050] 제2 인공신경망을 학습하는 단계는, 학습 이미지와 상기 목적물 검출 이미지의 이미지 사이즈가 동일하도록 학습하는 FCN(Fully Convolutional Networks) 학습 방법을 포함할 수 있다. FCN은 딥러닝 알고리즘의 한 종류이다.
- [0051] 다음, 제1차 학습된 제2 인공신경망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하는 출력단계(S340)를 수행할 수 있다. 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 인공신경망을 제1차 학습시키는 모습을 나타낸 도면이다. 학습단계에서 제1 라벨이미지(640)의 정확도가 낮을 수 있으므로, 출력된 목적물 검출 이미지(810)의 정확도도 낮을 수 있다.
- [0052] 다음으로, 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하는 후처리단계(S350)를 수행할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 제1 라벨이미지(640)의 정확도가 낮을 수 있는 문제를, 후처리를 통하여 정확도를 점차 높일 수 있다.
- [0053] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀 단위 라벨이미지(910), 제1 라벨이미지(640) 및 후처리된 제2 라벨이미지(920)를 나타낸 도면이다. 여기서 제2 라벨이미지(920)는 목적물 검출 이미지(810)를 후처리한 이미지이다. 후처리를 통하여 제1 라벨이미지(640)보다 픽셀 단위 라벨이미지(910)에 가까운 제2 라벨이미지(920)를 얻을 수 있고, 이를 반복학습의 기초로 삼을 수 있다. 목적물 검출 이미지(810)는 제1 라벨이미지(640)를 실측 값으로 학습된 인공신경망의 출력물이므로, 목적물 검출 이미지(810)와 제1 라벨이미지(640)는 형태가 유사할 수 있다.
- [0054] 일 실시예에서, 목적물은 전력선이고, 후처리단계는, 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 전력선의 복수의 형상 조각 중 두 개의 조각을 선분으로 연결하는 단계를 포함할 수 있다. 전력선은 일반적으로 직선에 가깝기 때문에, 목적물 검출 이미지가 조각의 형상을 가지더라도, 일정한 요건을 갖춘 조각들을 선분으로 연결하여 전력선을 근사할 수 있다.
- [0055] 다른 실시예에 따르면, 목적물이 원의 형상을 가지는 경우, 원 또는 타원으로 근사할 수 있고, 검출된 조각의 곡률을 이용하여 후처리 할 수 있다.
- [0056] 목적물의 형태가 예측가능하다면, 목적물 검출 이미지(810)를 후처리하는 알고리즘을 포함시킴으로써 제1 라벨이미지(640)에 비해 목적물 형태에 가까워지도록 제2 실측값을 생성함으로써 제2 인공신경망의 정확도를 점차 높이는 반복학습을 수행할 수 있는 것이다.
- [0057] 다음으로, 입력 이미지를 제2 인공신경망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지(810)와 제2 라벨이미지(920)와의 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제2차 학습하는 반복학습단계(S360)를 수행할 수 있다.
- [0058] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 라벨이미지(920)를 기초로 제2 인공신경망을 반복학습하는 모습을 나타낸 도면이다. 반복학습 과정에서는 제1 라벨이미지(640)가 아닌 제2 라벨이미지(920)가 실측(ground truth) 이미지가 된다. 앞서 본 바와 같이, 제2 라벨이미지(920)는 제1 라벨이미지(640)에 비해 픽셀 단위 라벨이미지(910), 즉 실제 전력선에 가까우므로, 반복학습은 제2 인공신경망의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0059] 일 실시예에서, 후처리단계 및 반복학습단계를 반복하는 단계를 더 포함할 수 있다. 반복학습단계에 의해 학습이 완료되면, 제2 인공신경망으로부터 목적물 검출 이미지를 다시 출력하고, 후처리 공정을 다시 진행하여 새로운 제2 라벨이미지를 생성하고, 이를 새로운 실측 이미지로 삼아 반복학습단계를 다시 진행할 수 있다. 이러한 반복은, 일정한 조건을 만족할 때까지 계속되도록 구성될 수 있다. 앞선 반복학습단계와 유사하게, 후처리단계 및 반복학습단계가 반복되면, 제2 인공신경망의 신뢰도가 향상될 수 있다.
- [0060] 도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 후처리단계를 세부적으로 나타낸 도면이다. 일 실시예에서, 후처리단계는, 상기 전력선의 복수의 형상 조각 중 상기 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인

조각을 추출하는 단계; 상기 추출된 조각 중, 상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각을 선분으로 연결하는 단계;를 포함할 수 있다.

- [0061] 목적물 검출 이미지(810)에서는 전력선이 조각의 형상으로 검출될 수 있다. 조각의 형상들 중, 전력선의 일부로 예상되는 조각은 취하고, 전력선의 일부가 아닌 조각은 후처리 하지 않을 수 있다. 일 실시예에서, 조각의 크기와, 조각이 이미지에서 이루는 각도를 기준으로 단계를 수행할 수 있다.
- [0062] 먼저 도 11과 같이, 조각을 포함하는 직사각형을 추출할 수 있다. 바람직하게는, 직사각형은 조각이 내접하는 것일 수 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다. 직사각형이 추출되면, 직사각형의 크기가 일정한 값 이상인 것만을 추출할 수 있다. 여기서 일정한 값은, 정해진 값으로서 프로그램 코드에 저장된 값일 수 있다. 노이즈 또는 오차의 경우, 작은 크기를 가지는 경우가 많으므로, 직사각형의 크기를 통해 1차적으로 필터링을 수행할 수 있다. 또한 두 직사각형의 거리가 일정 값 미만인 것을 추출하도록 더 구성될 수 있다.
- [0063] 또한, 직사각형이 이미지에서 이루는 각도를 기준으로 단계를 수행할 수 있다. 도 12에서와 같이, 각각의 직사각형이 이미지에서 이루는 각도를 산출할 수 있다. 이 중 각도의 차이가 일정한 값 이하인 조각만을 취할 수 있다. 예를 들면, 3° 이하의 차이를 갖는 두 조각을 선택할 수 있다. 실시예에서는 각도가 1° 차이므로, 두 조각은 선택될 수 있다. 조건을 만족하는 여러 직사각형 중 두 개의 직사각형을 선분으로 연결할 수 있다. 연결하는 방법은 다양한 방식으로 가능하다. 예를 들면, 직사각형의 변의 중심끼리 연결할 수 있다. 이러한 후처리를 통하여 제2 라벨이미지(920)를 생성할 수 있다.
- [0064] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공신경망이 반복학습 횟수에 따라 목적물을 검출하는 모습을 나타낸 도면이다. 도면에서 왼쪽은 픽셀 단위 라벨이미지(1300)이다. 그 오른쪽으로 제2 인공신경망의 학습 반복횟수에 따른 이미지를 순서대로 나열하였다. 이미지는, 목적물 검출 이미지에 검출된 부분을 빨간색으로 덧입히고, 이를 입력 이미지와 합친 것이다.
- [0065] 학습단계를 수행한 이미지(1310)는 정확도가 낮다. 또한 반복학습을 1회, 2회 및 3회 수행한 각각의 이미지(1320_1, 1320_2, 1320_3)의 정확도가 아직은 낮은 모습이다. 반복학습단계를 6회 수행한 이미지(1320_6)는 픽셀 단위 라벨이미지(1300)에 근접한 정확도를 보이며 11회 수행한 이미지(1320_11)는 더욱 높은 정확도를 보이는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 학습 방법을 통하여, 픽셀 단위 라벨이미지를 작업자가 수작업으로 생성하지 않고도 높은 학습결과를 얻을 수 있다.
- [0066] 일 실시예에서, 목적물 검출 이미지를 기초로 조건을 만족하는지 여부를 판단하는 단계(S370)를 수행할 수 있다. 조건을 만족하는 경우, 후처리 및 반복학습 단계를 반복하는 것을 종료할 수 있다. 조건은 형상 조각의 개수, 또는 해당 조각의 크기나 각도를 기준으로 판단할 수 있다.
- [0067] 일 실시예에서, 인공신경망의 학습 방법은 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 상기 전력선의 형상 조각이 하나인 경우, 반복을 멈출 수 있다. 또는, 전력선의 형상 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인 조각이 하나인 경우, 반복을 멈출 수 있다. 또는, 상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각이 존재하지 않을 때까지,
- [0068] 즉, 일 실시예에 따른 인공신경망의 학습 방법은, 상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상 중 상기 전력선의 형상 조각; 및 상기 조각을 포함하는 직사각형의 긴 변의 길이가 정해진 값 이상인 조각; 중 적어도 하나가 단수(單數)이거나, 상기 직사각형이 이미지에서 이루는 각도의 차이가 정해진 값 이하인 두 개의 조각이 존재하지 않을 때까지, 상기 후처리단계 및 상기 반복학습단계를 반복하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0069] 일 실시예에 따른 입력 이미지 내의 전력선 검출 방법은, 본 발명의 다양한 실시예에서 개시된 인공신경망의 학습 방법에 의해 학습된 인공신경망을 통하여 입력 이미지로부터 전력선을 검출하는 단계를 포함할 수 있다. 입력 이미지 내의 전력선 검출 방법은, 전자 장치, 보다 구체적으로는 프로세서에 의하여 수행될 수 있다.
- [0070] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자 장치는, 메모리 및 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 메모리는 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금, 입력 이미지 내에 목적물이 존재하는지 여부를 판별하는 제1 인공신경망에 학습 이미지를 입력 벡터로 입력하고, 상기 제1 인공신경망의 복수의 컨벌루션 레이어(Convolutional Layer) 중 적어도 두 개의 서로 다른 컨벌루션 레이어로부터 각각 특성맵(Feature Map)을 추출하고, 상기 추출된 특성맵 간의 연산을 통하여 상기 목적물의 적어도 일부 영역을 포함하는 반응맵을 생성하고, 상기 반응맵의 데이터를 이진화하여 제1 라벨이미지를 생성하고, 제2 인공신경망에 상기 학습 이미지를 입력벡터로 입력하여 출력되는 목적물 검출 이미지와 상기 제1 라벨이미지와 손실(Loss)을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제1차 학습시키고, 제1차 학습된 상기 제2 인공신경망을 통하여 상기 학습 이미지로부터 목적물 검출 이미지를 출력하고,

상기 목적물 검출 이미지에 검출된 형상이 상기 목적물의 형상에 가까워지도록 상기 목적물 검출 이미지를 후처리하여 제2 라벨이미지를 생성하고, 상기 입력 이미지를 제2 인공신경망의 입력벡터로 입력하여 출력되는 상기 목적물 검출 이미지와 상기 제2 라벨이미지와 손실을 최소화하도록, 상기 제2 인공신경망을 제2차 학습하도록 하는 프로그램 코드를 포함할 수 있다.

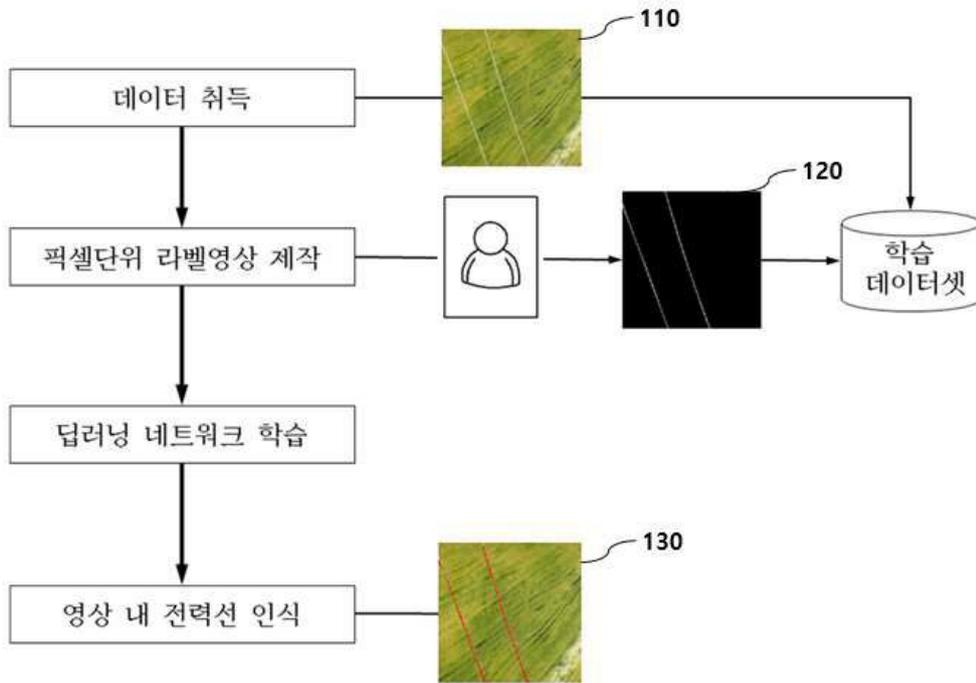
[0071] 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있으므로, 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0072]
- 110, 410: 학습이미지
 - 120, 910, 1300: 픽셀 단위 라벨이미지
 - 130: 출력 이미지
 - 200: 전자 장치
 - 210: 프로세서
 - 220: 메모리
 - 230: 통신 회로
 - 240: 입력 장치
 - 250: 출력 장치
 - 420: 라벨링 데이터
 - 510: 컨벌루션 레이어
 - 520: 특성맵
 - 610: 레이어 특성맵
 - 620: 업샘플링 특성맵
 - 630: 반응맵
 - 640: 제1 라벨이미지
 - 810: 목적물 검출 이미지
 - 920: 제2 라벨이미지

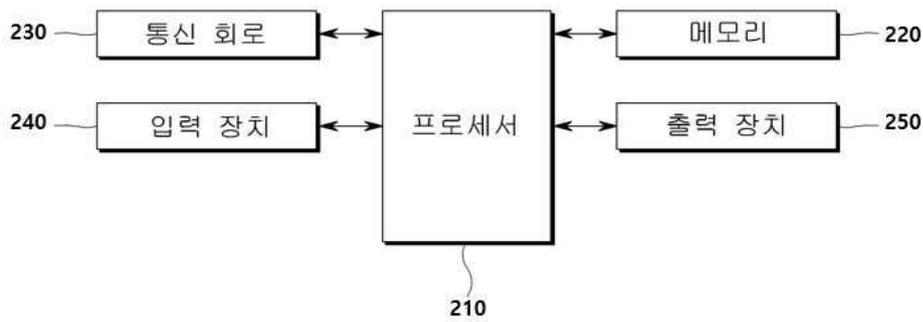
도면

도면1

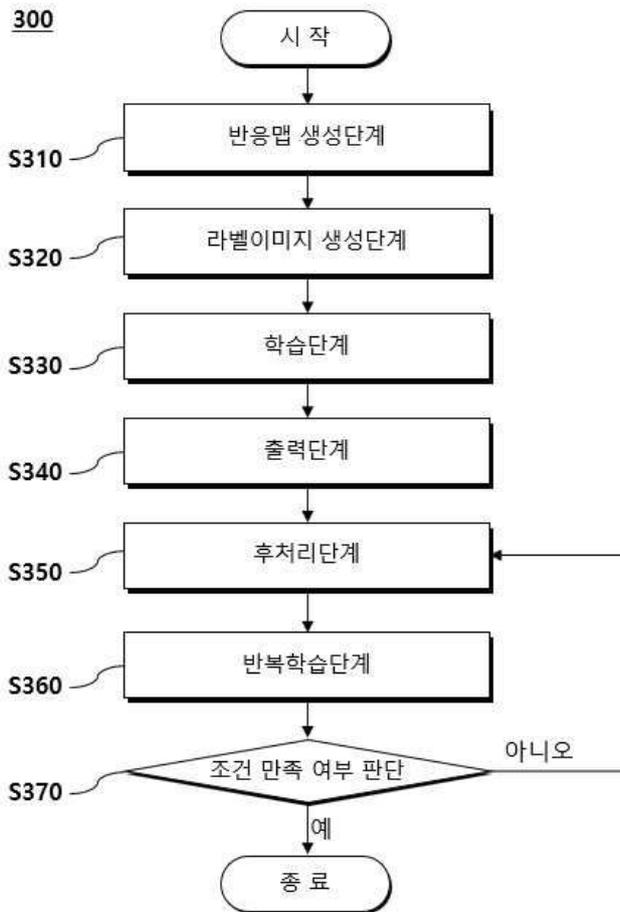


도면2

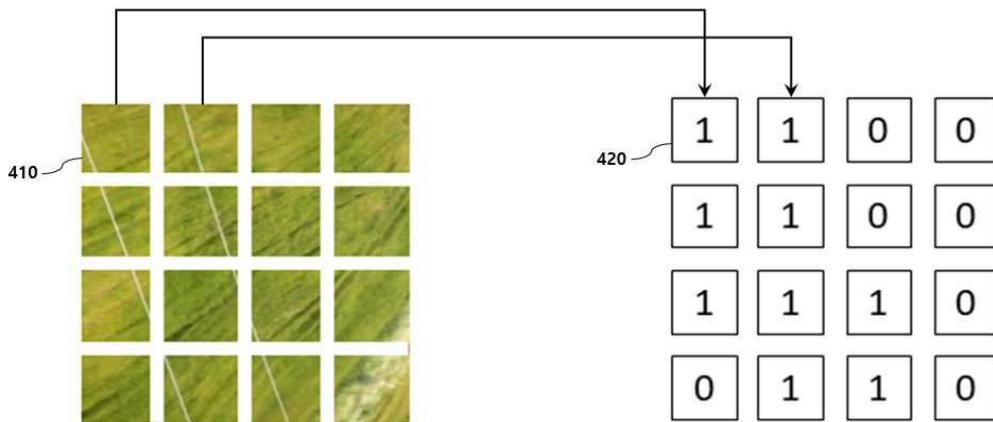
200



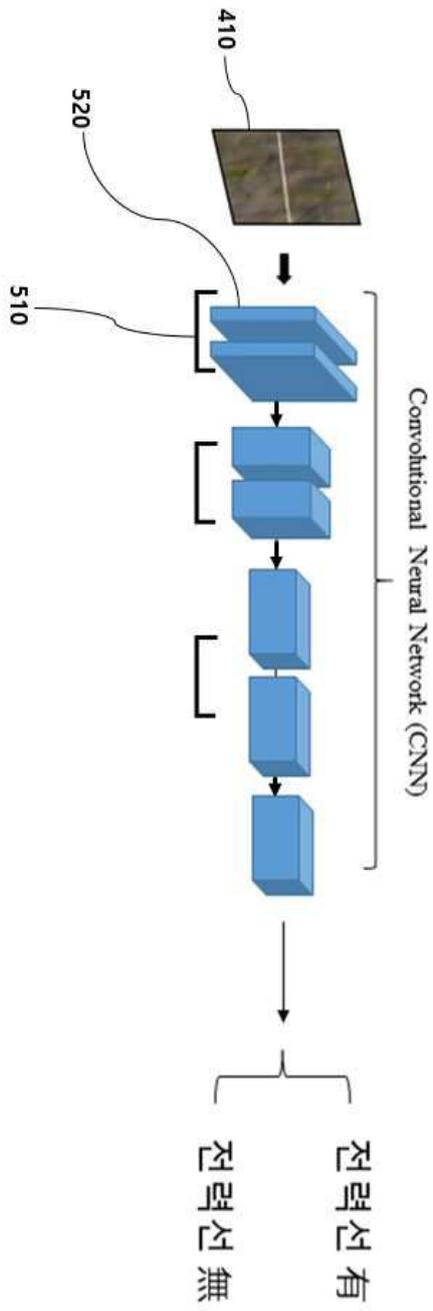
도면3



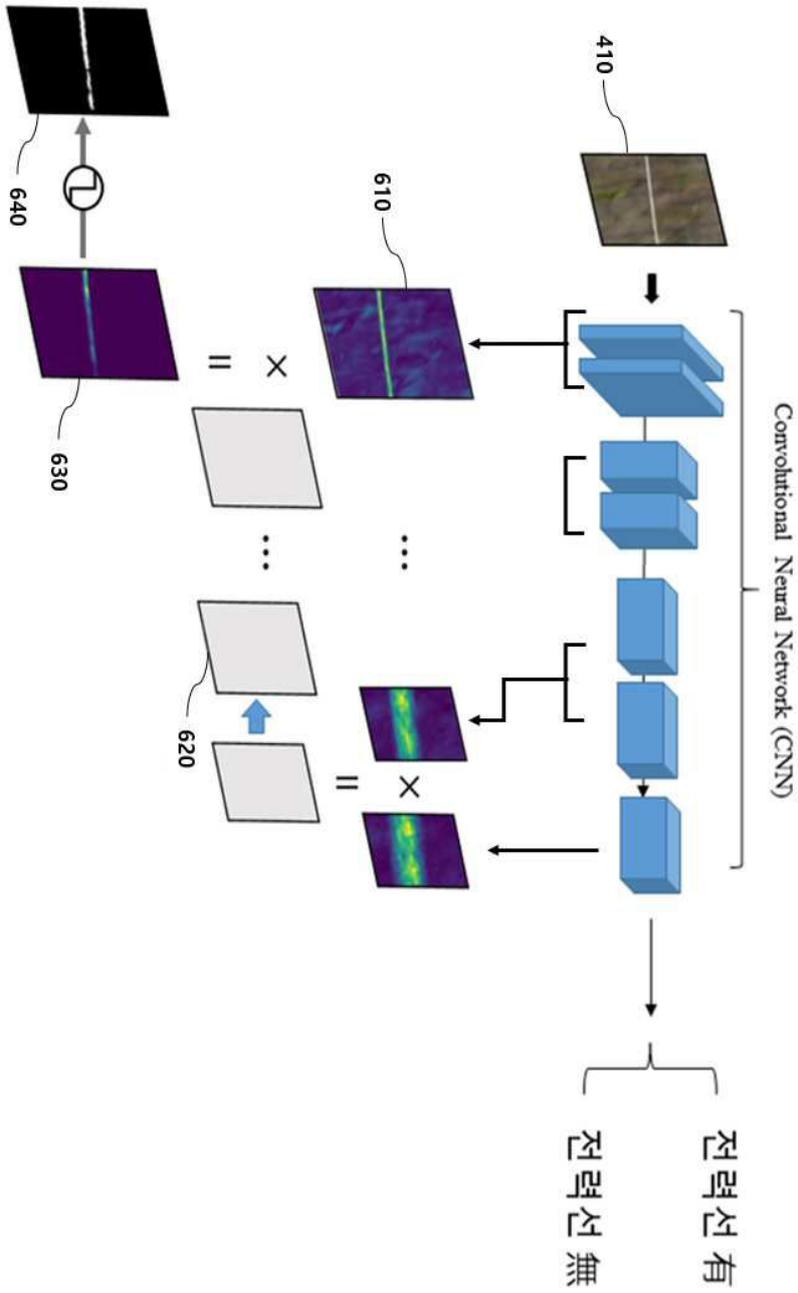
도면4



도면5

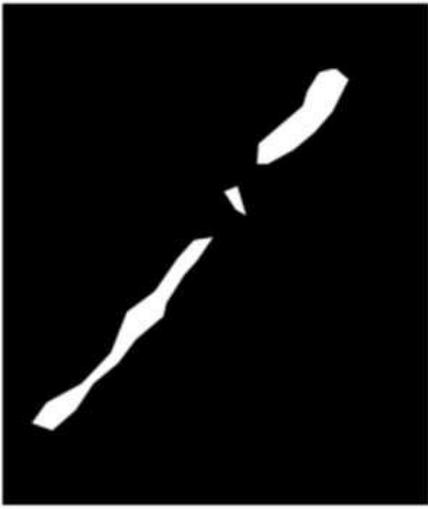


도면6

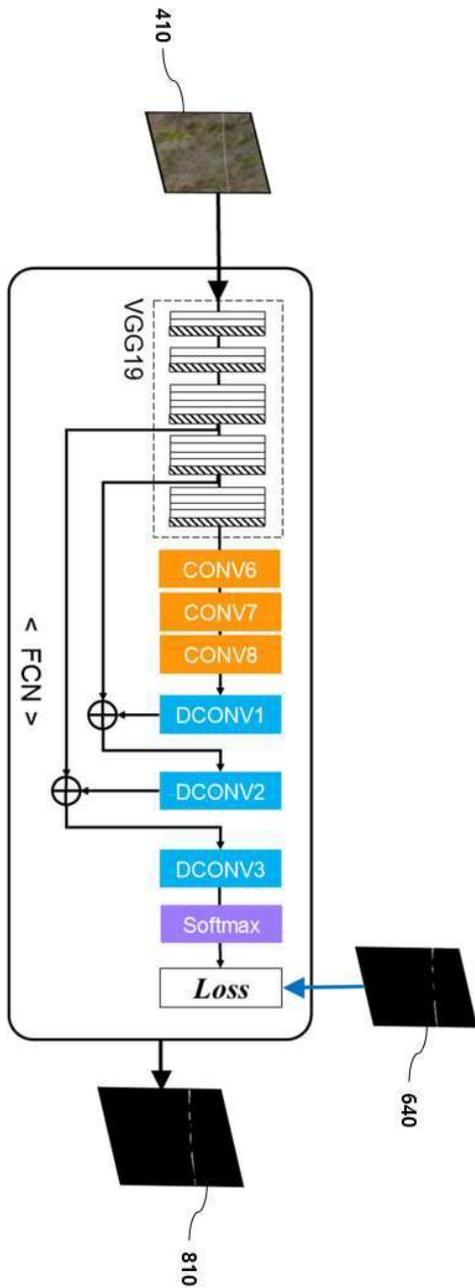


도면7

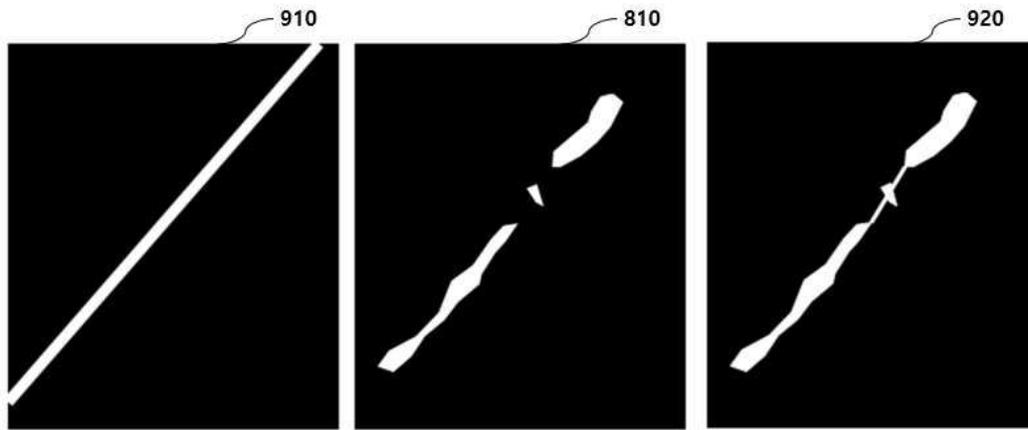
640



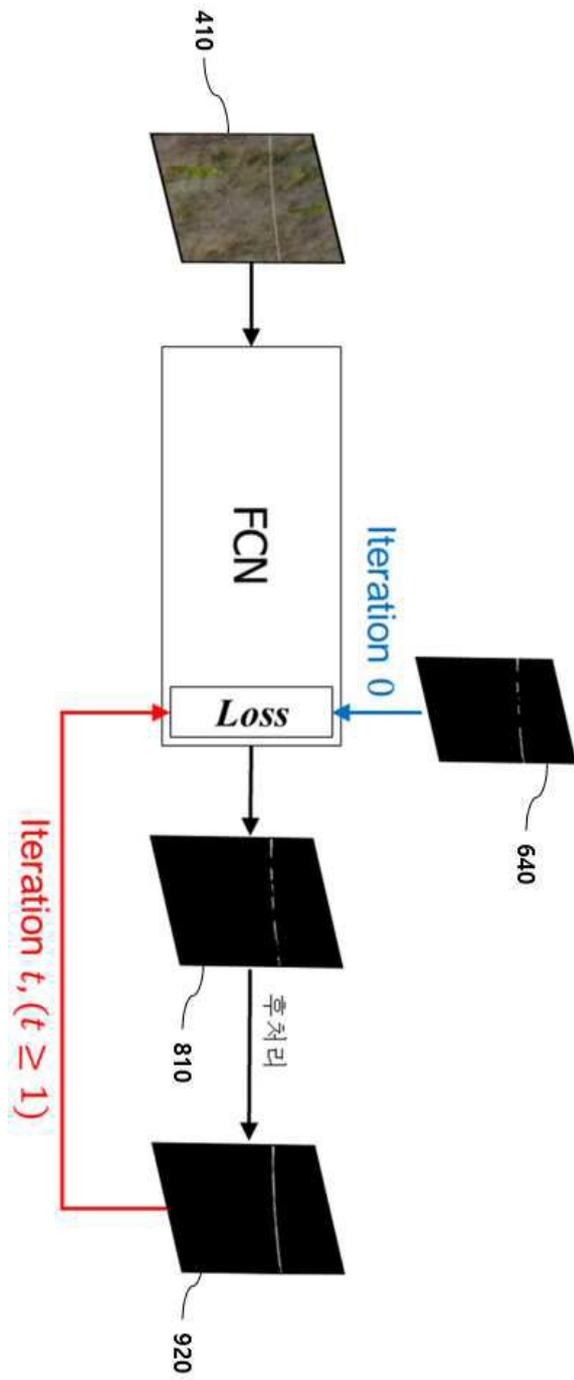
도면8



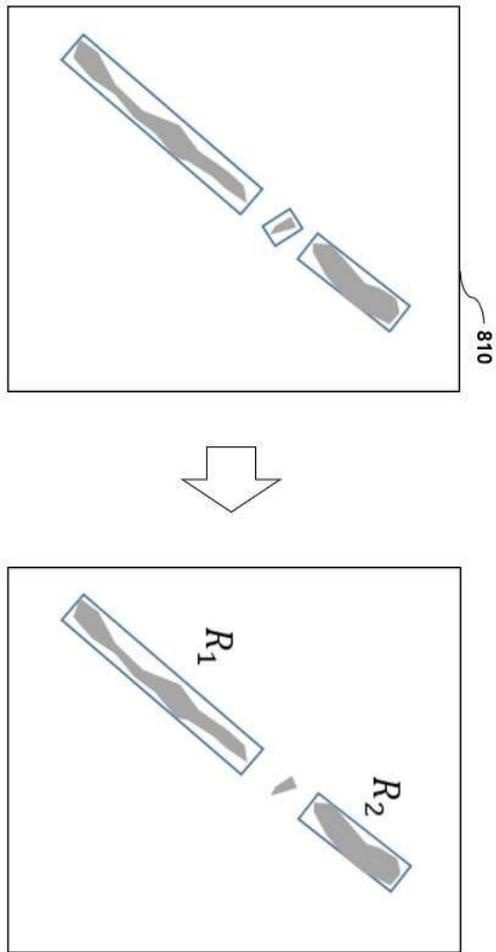
도면9



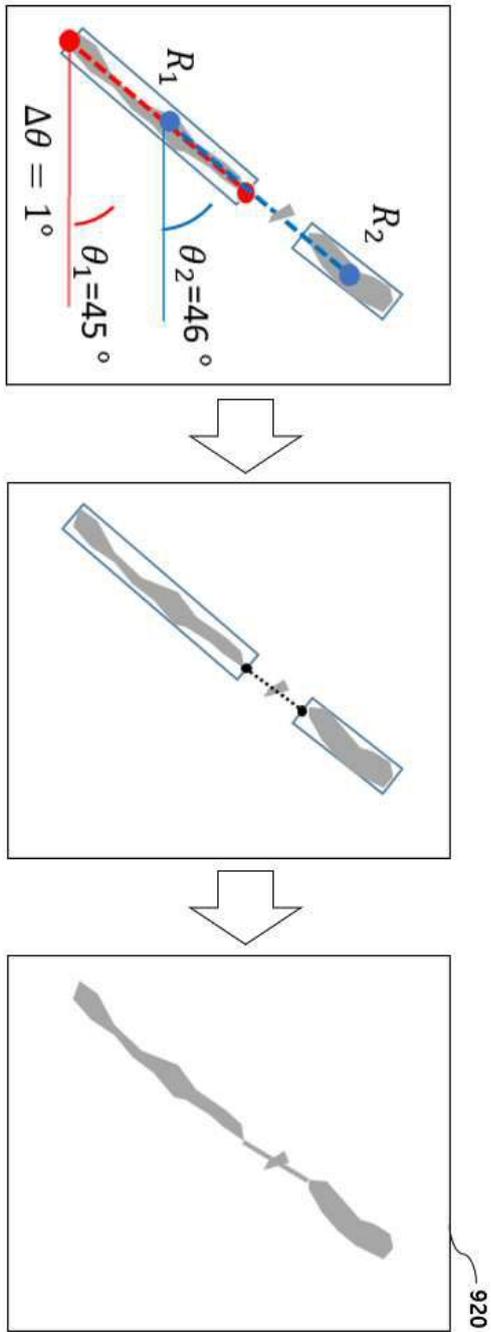
도면10



도면11



도면12



도면13

