



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0057488
(43) 공개일자 2025년04월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) G01N 21/95 (2006.01)
G06N 3/08 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8851 (2013.01)
G01N 21/95 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0141368
(22) 출원일자 2023년10월20일
심사청구일자 2023년10월20일

(71) 출원인
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
이승호
대전광역시 유성구 엑스포로123번길 26-30 스마트
시티리버뷰오피스텔 102동 601호
이태운
대전광역시 동구 가양로68번길 47
이선구
세종특별자치시 금남면 도남1길 74
(74) 대리인
이은철, 이우영

전체 청구항 수 : 총 3 항

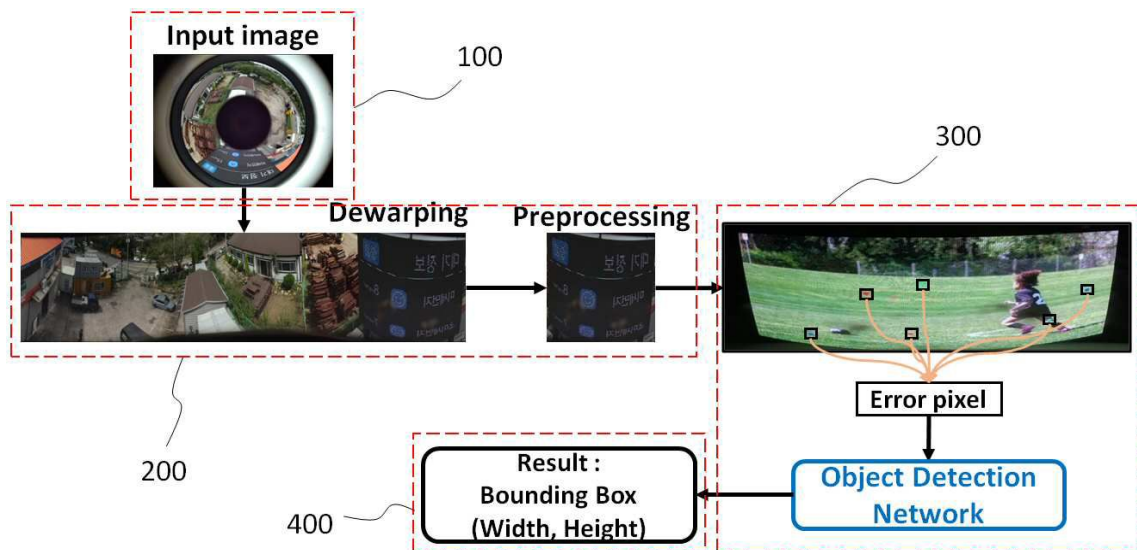
(54) 발명의 명칭 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템

(57) 요약

본 발명은 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에 관한 것으로, 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템은 360 ° 전방위 IP 카메라로부터 이미지를 취득하는 취득부, 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



취득부의 이미지로부터 선형 보간법 및 매핑을 활용하여 평면화 영상을 생성하고, 생성된 평면화 영상 중 불량픽셀 검출을 위한 전광판 부분만 전처리하는 전처리부, 상기 전처리된 결과를 딥러닝을 사용하여 학습하고 불량픽셀 검출 정확도에 따라 재학습 또는 종료를 결정하는 학습부 및 상기 학습결과, 불량픽셀을 검출할 전광판 부분에서 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하도록 하는 제어부를 포함하여, 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하여 불량픽셀 검출의 정확성을 증대시키는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2023.01)
G01N 2021/8858 (2013.01)
G01N 2021/8864 (2013.01)
G01N 2021/8883 (2013.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)
G01N 2021/9513 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345370812
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체대학협력기반지역혁신사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2023.04.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711187165
과제번호	2022R1F1A1066371
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	메타버스 콘텐츠에서 사용할 수 있는 음성에 따른 자연스러운 감정 표현이 가능한

3D 얼굴 자동 생성 솔루션 개발

기 여 율	1/2
과제수행기관명	한밭대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

360 ° 전방위 IP 카메라로부터 이미지를 취득하는 취득부,

상기 취득부의 이미지로부터 선형 보간법 및 매핑을 활용하여 평면화 영상을 생성하고, 생성된 평면화 영상 중 불량픽셀 검출을 위한 전광판 부분만 전처리하는 전처리부,

상기 전처리된 결과를 딥러닝을 사용하여 학습하고 불량픽셀 검출 정확도에 따라 재학습 또는 종료를 결정하는 학습부 및

상기 학습결과, 불량픽셀을 검출할 전광판 부분에서 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하도록 하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 학습부는 Backbone과 Head 부분으로 구성이 되고, 상기 Backbone은 입력받은 이미지를 resize한 후, CSP-Darknet을 사용하여 feature map을 추출하며, 상기 Head는 Backbone에서 추출된 feature map을 바탕으로 물체를 검출하는 것을 특징으로 하는 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 학습부는 입력받은 이미지를 resize한 후, CSP-Darknet을 사용하여 feature map을 추출하는 Backbone과, 상기 Backbone에서 추출된 feature map을 바탕으로 물체를 검출하는 Head를 포함하되, 상기 Backbone은 BottleNeckCSP를 이용하여 단계적으로 큰 특징부터 작은 특징까지 여러 개의 feature map을 추출하며, 마지막으로 SPP(Spatial Pyramid Pooling Layer)를 이용하여 1차원 형태의 배열을 출력하고,

Backbone에서 추출된 feature map은 Neck에서 feature map을 정제하는 과정을 거친 후 정제된 feature map을 기반으로 Head에서 이미지를 SxS 그리드로 나누어 각 그리드 셀과 Bbox에 대한 신뢰도를 예측한 후, Pr과 IoU의 값을 곱해 confidence score를 구하는데, IoU와 confidence score가 같아지도록 오차를 수정하는 것을 특징으로 하는 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실외 LED 전광판의 설치량이 증가함에 따라 전광판의 전력 소비 문제와 빛 공해에 관한 관심이 증대되고 있다.

[0003] 현대 사회에서 실외 LED 전광판은 광고, 정보전달, 이벤트 알림 등 다양한 용도로 사용되고 있다. 이러한 실외 LED 전광판의 설치량이 증가로 도시 및 교통 인프라, 상업 건물, 체육관, 스타디움 등 많은 장소에 LED 전광판이 설치되고 있다.

[0004] 이러한 실외 LED 전광판은 고휘도와 고효율을 제공하므로 전력을 상당히 소비할 수 있다. 큰 규모의 LED 전광판은 특히 전력 소비가 높아지며, 이는 에너지 비용 증가와 친환경적인 관점에서 문제가 될 수 있다.

[0005] 특히, LED 전광판의 설치량 증가에 따라 전광판의 불량픽셀 발생으로 인한 전광판의 시인성이 저하되는 문제가 있다. 이러한 불량픽셀 발생 시 조치를 위해 상시 모니터링 인력이 배치되어 전광판의 불량픽셀 조치를 위해 항상 시간적, 인적 자원이 소모되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 공개특허 2020-0004824 (2020.01.14)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제를 해결하고자, 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하여 불량픽셀 검출의 정확성을 증대시키는 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템을 제공함에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템은 360도 전방위 IP 카메라로부터 이미지를 취득하는 취득부, 상기 취득부의 이미지로부터 선형 보간법 및 매핑을 활용하여 평면화 영상을 생성하고, 생성된 평면화 영상 중 불량픽셀 검출을 위한 전광판 부분만 전처리하는 전처리부, 상기 전처리된 결과를 딥러닝을 사용하여 학습하고 불량픽셀 검출 정확도에 따라 재학습 또는 종료로 결정하는 학습부 및 상기 학습결과, 불량픽셀을 검출할 전광판 부분에서 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하도록 하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면, 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하여 불량픽셀 검출의 정확성을 증대시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 전체 개요도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출의 학습과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 IP카메라를 이용한 불량픽셀 검출용 데이터 획득과정을 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출용 데이터 딥러닝 학습을 위한 라벨링을 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 학습을 설명하기 위한 도면이다.

도 7과 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 세부구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출 정확도 목표 달성 여부 판단을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출 전체 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 실행 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 데이터셋을 나타낸 것이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에서 제안하는 실험의 객관적인 성능을 평가하기 위해 공인시험기관의 시험성적서이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에 따른 실험결과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템은 기존의 인력을 사용한 불량픽셀 모니터링 시스템을 딥러닝 네트워크를 사용한 불량픽셀 검출 시스템으로 대체하는데 있다.

[0012] 본 발명에서 제안하는 기법의 개요는 도 1과 같다. 본 발명에서 제안하는 기법은 360° 전방위 IP카메라에서 불량픽셀을 검출할 수 있는 이미지로부터 불량픽셀을 검출하고 검출한 불량픽셀의 위치 정보를 출력할 수 있는 시스템을 구축한다. 제안된 기법은 크게 3가지 과정으로 구성되며 각 과정은 360° 전방위 IP 카메라로부터 획득한 이미지를 평면화하는 과정, 평면화된 이미지로부터 딥러닝 학습에 맞게 전처리 및 라벨링 하여 데이터셋을 구축하는 과정, 구축된 데이터셋으로부터 불량픽셀 검출을 하기 위해 딥러닝을 학습하는 과정으로 이루어진다.

[0013] 먼저 첫 번째로, IP 카메라를 이용하여 딥러닝 학습에 필요한 데이터를 획득한다. 본 발명에서 사용된 카메라는 주변의 날씨와 전광판을 하나의 이미지에 담아올 수 있는 360° 전방위 IP 카메라를 사용하여 매분 원형 이미지 획득한다. 360° 영상은 중심부와 외곽 부분의 길이가 달라 이미지 왜곡이 심하게 발생하기 때문에 이미지 평면화를 진행하여 학습에 사용한다. 이미지의 평면화를 하기 위해 x 좌표값과 y 좌표값의 매핑 함수를 생성한다. 매핑 함수를 사용하여 둥글게 찍혀있는 원형 이미지의 좌표를 일 직선상 위에 놓아 원형 이미지를 평면화를 할 수 있다. 따라서 좌표를 변환하기 위해 변환행렬이 필요한데, 본 발명에서는 x 좌표의 변환행렬과 y 좌표의 변환행렬을 따로 정의했다. 변환행렬을 구하기 위해 평면화된 이미지의 가로 길이와 원형 영상의 반지름의 길이를 $W_d = 2\pi \times R$ 와, $r = (y \div H_d) \times (R_2 - R_1) + R_1$ 로 나타낸다.

[0014] 회전 변환을 위해 theta를 구하는데 기존의 x 좌표가 어떻게 변하는지에 대해 표현하기 위해 전체 가로 길이로 나누고 원 호의 길이를 곱하여 theta를 구한다. 원형 영상에서의 반지름이자 변형된 영상의 세로길이인 r과 theta를 이용하여 x 좌표와 y 좌표의 변환행렬을 구한다. 변환행렬로 평면화된 이미지를 선형 보간법을 이용하여 더욱 부드러운 이미지를 획득하는데, 선형 보간법은 주위 픽셀의 평균값을 이용하여 픽셀을 채우는 방식으로 변환 후 비어있는 픽셀을 부드럽게 채워준다.

[0015] 두 번째로, 평면화된 이미지에는 불량픽셀 검출을 위한 전광판 부분이 아닌 배경 부분도 존재하기에 평면화된 이미지를 바로 학습에 사용하게 되면 불필요한 특징과 수많은 parameter가 필요하여 작업환경인 임베디드 보드에서 과다한 연산 작업량을 차지하게 된다. 이와 같은 이유로 효율적인 불량픽셀 검출을 위하여 전광판 부분을 분할 하여 학습한다. 분할 방법은 평면화된 이미지에 전광판의 끝부분이 이미지의 끝부분과 맞게 평면화되는데, 이때 전광판의 가로 비율을 바탕으로 전광판 부분만 불량픽셀 검출을 위해 분할한다. 분할된 이미지는 원형이었던 이미지를 평면화했기 때문에 왜곡이 많이 발생하여, 전광판 주변 불필요한 부분이 있다. 전광판 주변부를 학습하게 되면 배경 부분을 불량픽셀로 오검출할 수 있으므로 calibration을 통해 전광판 주변부를 제거하고 저장한다. 저장된 이미지는 딥러닝을 기반으로 불량픽셀 검출을 위해 불량픽셀을 라벨링 하여 위치 정보를 딥러닝 모델에 맞는 형태로 저장한다.

[0016] 마지막으로 불량픽셀 검출을 위해 딥러닝을 이용하여 데이터를 학습한다. 딥러닝은 실시간으로 받아오는 이미지를 객체 검출을 위한 모델 중 정확도와 검출속도가 뛰어나 실시간으로 불량픽셀을 검출할 수 있다. 딥러닝의 네트워크 구조는 크게 Backbone과 Head 부분으로 구성이 된다. Backbone은 입력받은 이미지로부터 Feature map을 추출하는 부분으로 CSP-Darknet을 사용한다. Head는 추출된 Feature map을 바탕으로 물체를 검출하는 부분이다. Backbone은 BottleNeckCSP를 이용하여 단계적으로 큰 특징부터 작은 특징까지 여러 개의 Feature map을 추출하며, 마지막으로 SPP를 이용하여 1차원 형태의 배열을 출력한다. 생성된 Feature map을 다시 한번

Convolution layer와 BottleNeckCSP를 이용하여 Head 부분에서 검출하기 위한 정제된 Feature map을 추출하며, neck 부분에서 Feature map을 정제한다. Head 부분에서는 입력받은 이미지를 SxS 그리드로 나누어 각 그리드 셀과 Bbox에 대한 신뢰도를 예측한 후, Pr과 IoU의 값을 곱해 confidence score를 구한다. Pr은 셀 안에 물체가 존재할 확률로 1에 가깝게 만들어야 하기 때문에, Confidence score가 IoU와 같아지도록 오차를 수정해 나간다. 각 셀에서 중심을 셀 안쪽으로 하면서 크기가 일정하지 않은 Bounding box를 2개 생성한다. 총 Bounding box는 S x S x 2개가 된다. S는 이미지의 크기를 그리드의 크기로 나눈 값으로 기본적으로 그리드의 크기가 32이다. 이 Bounding box중 confidence score가 높을수록 박스는 굵게 그린다. 그다음 임계값 이하의 얇은 박스는 지워준다. 물체에 대한 class를 구하기 위한 과정은 인코딩을 거친 결과 텐서의 class score를 가져와 class probability map을 만들고 Bounding box의 위치와 비교하여 클래스를 구한다. 본 발명에서 제안하는 class probability map과 Bounding box를 비교하여 클래스의 적합성을 판단하는 방법은, Confidence Class probability와 confidence score를 곱하여 class-specific confidence score를 구한다. 위와 같은 진행으로 만들어진 Bounding box가 그려진 이미지와 Class에 대한 probability map의 위치를 비교하며 그려진 Bounding box가 무슨 클래스 인지 파악하여 검출한 물체의 클래스를 파악한다.

[0017] IP 카메라를 이용하여 데이터를 획득하는 과정을 설명하면, 360° 전방위 IP 카메라를 이용한 원형 이미지 획득 과정은 도 15에 도시된 바와 같이, 제어용 미니 PC와 IP를 통해 연결된 카메라에서 1분마다 이미지를 가져오고 그 이미지를 가져와 데이터셋에 저장하는 과정으로 이미지를 획득한다.

[0018] 원형 이미지를 평면 이미지로 이미지 평면화하는 과정을 설명하면 다음과 같다. 첫 번째로 IP 카메라를 이용해 가져와 데이터셋에 저장되어있는 원형 이미지 중 학습에 사용될 이미지를 가져온다. 두 번째로 평면화하기 위한 x 좌표값과 y 좌표값의 매핑 함수를 생성한다. 매핑 함수를 이용하여 등각에 찍혀있는 원형 이미지의 좌표를 일직선 상위에 놓아 원형 이미지를 평면화를 할 수 있다. 따라서 도 16과 같이 좌표를 변환하기 위한 변환행렬이 필요하다. 도 16은 360° 원형 이미지와 변환된 평면 이미지를 나타낸 것이다.

[0019] 본 발명에서는 x 좌표의 변환행렬과 y 좌표의 변환행렬을 따로 정의했다. 변환행렬을 구하기 위해 평면화된 이미지의 가로 길이와 원형 영상의 반지름의 길이를 $Wd = 2\pi \times R$ 와 $r = (y/Hd) \times (R2 - R1) + R1$ 로 나타낸다. 회전 변환을 위해 theta를 구하는데 기존의 x 좌표가 어떻게 변하는지에 대해 표현하기 위해 전체 가로 길이로 나누고 원의 호의 길이를 곱하여 theta를 구한다. 원형 영상에서의 반지름이자 변형된 영상의 세로길이인 r과 theta를 이용하여 x 좌표와 y 좌표의 변환행렬을 구한다. x 좌표와 y 좌표의 변환행렬 식은 [수식 1]과 같다.

[0020] (식 1)

$$x\text{좌표의 변환식} = \text{원형영상의 중앙}x\text{좌표} + r\sin(\theta + 90)$$

$$y\text{좌표의 변환식} = \text{원형영상의 중앙}y\text{좌표} + r\cos(\theta + 90)$$

[0021]

[0022] 세 번째로 생성된 매핑 함수에 따라 이미지를 재구성하고 부드러운 이미지를 위해 선형 보간법을 이용하여 이미지 변환한다. 즉, 변환한 원형 이미지의 부드러운 이미지를 위해 주위 픽셀의 평균값을 이용하여 픽셀을 채우는 방식인 선형 보간법을 이용하여 변환 시 비어있는 픽셀을 부드럽게 채워준다. 선형보간법에 대한 설명은 도 17과 같다. 도 17은 선형보간법에 대한 이미지를 나타낸 것이다.

[0023] 불량픽셀 검출을 위한 이미지로 분리하기 위한 이미지 분할에 대해 설명하면 다음과 같다. 효율적인 날씨 추정과 불량픽셀 검출을 위해 하나의 이미지를 날씨 추정과 불량픽셀에 모두 써서 학습하게 되면 불필요한 특징과 수많은 parameter가 필요하여 작업환경인 임베디드 보드에서 과다한 연산 작업량을 차지하게 된다. 불량픽셀 검출을 위해서는 전광판 부분만을 날씨 추정을 위하여 배경 부분만을 학습하는 것이 효율적이다. 따라서, 평면화된 이미지 중 전광판 부분만 인식하여 전광판 부분과 나머지 배경 부분으로 나뉘어서 따로 저장한 뒤 각각 전광판 학습 과정과 날씨 추정을 위한 학습 과정에서 사용한다. 도 18은 날씨 추정을 위한 이미지 분할을 나타내는 이미지이다. 이는 불량픽셀 검출 학습 과정에서 사용하기 위한 전광판 부분 이미지 분할을 설명하기 위함이다.

[0024] 딥러닝 학습을 위한 라벨링과 관련하여, 불량픽셀 인식을 위한 라벨링은, python에서 라벨링을 위해 제공하는 Labelimg 라이브러리를 사용하여 불량픽셀이 있는 이미지를 가져와 불량픽셀을 도 4와 같이 표시하며 라벨링을 진행하고 학습을

[0025] 위한 불량픽셀의 위치 정보를 저장한다.

[0026] 평면화한 이미지에서의 불량픽셀 검출을 위한 학습 과정에 대해 설명하면 다음과 같다. 이미지 전처리 과정과

관련하여, 본 발명의 날씨 인식의 학습 전처리 과정은 앞서 평면 이미지 변환 과정을 통해 2개로 분리한 이미지 중 전광판 부분을 이용한다. 불량픽셀을 검출하기 위한 전처리 과정에는 전광판 주변부 제거과정과 이미지 크기 변경 과정이 있다. 전광판 주변부 제거과정은 원형 이미지를 평면 이미지로 변환하였기 때문에 왜곡이 많이 발생하여, 전광판을 검출하여 분리해도 전광판 배경 부분에도 왜곡 현상이 남게 된다.

[0027] 또한, 이미지에 배경 부분도 함께 나오면 배경 부분을 불량픽셀로 잘못 인식할 수 있기 때문에 calibration을 통해 전광판 부분으로 이미지를 채워준다. 전광판 주변부 제거과정의 calibration은 원근변환을 통해 이루어진다. [수식 2]는 원근변환을 위한 행렬을 나타낸다.

[0028] (식 2)

$$\begin{bmatrix} wx' \\ wy' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0029]

[0030] 원근변환을 진행하는 과정은 다음과 같다. 첫 번째로, 360° 원형 이미지로부터 변환된 평면 이미지 중 전광판 이미지를 가져온다. 두 번째로, 전광판 이미지를 이용하여 정교한 변환을 위해 이미지를 4분할을 한다. 세 번째로, 4분할을 진행한 이미지로 원근변환을 하여 전광판 배경을 제거한다. 네 번째로, 전광판 배경을 제거한 이미지 4장을 합쳐 변환된 이미지를 생성한다. 도 4는 원근변환을 진행하는 과정을 나타내는 그림이다.

[0031] 도 19의 이미지 크기변경 과정에서는 전광판 부분만 남긴 이미지를 학습하기 위하여, 작은 연산량과 최대한 특징을 보존하는 640x640의 크기로 resize를 진행한다. 도 19는 연산량 축소를 위한 이미지 resize과정을 나타낸 것이다.

[0032] 평면화한 이미지에서의 불량픽셀 검출을 위한 학습 과정을 위한 네트워크 구조에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0033] 평면화한 이미지에서의 불량픽셀 검출을 위한 학습 과정을 위한 딥러닝 네트워크를 사용한다. 딥러닝은 실시간으로 받아오는 640x640의 크기로 resize를 진행한 이미지들의 객체 검출을 위한 모델 중 정확도와 검출속도가 뛰어난 특징을 가지고 있다. 도 6과 같이 딥러닝의 네트워크 구조는 크게 Backbone과 Head 부분으로 구성이 된다.

[0034] 본 발명에서 사용된 딥러닝의 동작 흐름도는 다음과 같다. 먼저 Backbone은 입력받은 640x640의 크기로 resize를 진행한 이미지로부터 Feature map을 추출하는 부분으로 CSP-Darknet을 사용한다. Head는 추출된 Feature map을 바탕으로 물체를 검출하는 부분이다. 도 7과 같이 Backbone은 BottleNeckCSP를 이용하여 단계적으로 큰 특징부터 작은 특징까지 여러 개의 Feature map을 추출하며, 마지막으로 SPP를 이용하여 1차원 형태의 배열을 출력한다. 도 7은 Backbone의 핵심인 BottleNeckCSP의 구조를 나타낸다.

[0035] Backbone에서 추출된 Feature map은 Head 부분에서 정확한 검출을 위해 neck 부분에서 Feature map들을 정제하는 과정을 거친다. Neck에서의 Feature map 변형과정은 다음과 같다. Backbone에서 추출된 Feature map들을 작은 Feature map부터 UpSampling을 하며 Backbone에서 초기에 검출된 Feature map]들까지 concat하여 다시 여러 개의 Feature map을 생성한다. 생성된 Feature map을 다시 한번 Convolution layer와 BottleNeckCSP를 이용하여 Head 부분에서 검출하기 위한 정제된 Feature map을 추출하며, neck 부분에서 Feature map을 정제한다. Neck에서 추출된 Feature map을 기반으로 Head 부분에서는 Neck에서부터 정제된 Feature map을 받아 검출을 진행한다. 입력받은 이미지를 SxS 그리드로 나누어 각 그리드 셀과 Bbox에 대한 신뢰도를 예측한 후, Pr과 IoU의 값을 곱해 confidence score를 구한다. Pr은 셀 안에 물체가 존재할 확률로 1에 가깝도록 만들어야 하기 때문에, Confidence score가 IoU와 같아지도록 오차를 수정해 나간다. 도 19는 IoU를 구하는 과정을 도식화한 것이다.

[0036] IoU는 도 20과 같이 이미지 유사도를 평가하기 위해 같은 부분은 겹쳐진 상태의 겹쳐진 면적을 전체 면적으로 나눈 값으로 1에 가까울수록 두 이미지가 같음을 의미한다. 도 19는 IoU계산의 도식화이고, 도 20은 IoU의 도식화를 나타낸 것이다.

[0037] 각 셀에서 중심을 셀 안쪽으로 하면서 크기가 일정하지 않은 Bounding box를 2개 생성한다. 총 Bounding box는 $S \times S \times 2$ 개가 된다. S는 이미지의 크기를 그리드의 크기로 나눈 값으로 기본적으로 그리드의 크기가 32이다. 이 Bounding box중 confidence score가 높을수록 박스는 굵게 그린다. 그 다음 임계값 이하의 ??은 박스는 지워준다. 도 21은 지금까지 설명한 과정을 나타내고 있다. 도 21은 640x640의 크기로 resize한 이미지로 그리드를 나눈 뒤 Bounding boxes를 그린 그림을 나타낸 것이다.

[0038] 물체에 대한 class를 구하기 위한 과정은 인코딩을 거친 결과 텐서의 class score를 가져와 class probability map을 만들고 Bounding box의 위치와 비교하여 클래스를 구한다. 본 발명에서 제안하는 class probability map과 Bounding box를 비교하여 클래스의 적합성을 판단하는 방법은, Confidence Class probability와 confidence score를 곱하여 class-specific confidence score를 구한다. 이때 class-specific confidence score가 1이 될수록 클래스가 매우 적합함을 나타낸다. Confidence Class probability는 인코딩을 거쳐 만들어진 결과 텐서에서 하나의 셀의 차원 벡터에 저장되어있는 클래스에 대한 확률인 class score를 가져와 softmax로 가장 높은 값으로 구한다. [수식 3]은 Class specific confidence score를 나타내는 수식이다.

[0039] (식3)

$$\begin{aligned} & \text{ClassSpecificConfidenceScore} \\ &= \text{ConditionalClassProbability} * \text{ConfidenceScore} \\ &= P_r(\text{Class}_i | \text{Object}) * P_r(\text{Objects}) * IOU_{pred}^{truth} \\ &= P_r(\text{Class}_i) * IOU_{pred}^{truth} \end{aligned}$$

[0040]

[0041] 한편, 도 9는 확률에 따른 클래스를 나타내는 이미지를 나타낸다.

[0042] 위와 같은 진행으로 만들어진 Bounding box가 그려진 이미지와 Class에 대한 probability map의 위치를 비교하며 그려진 Bounding box가 무슨 클래스 인지 파악하여 검출한 물체의 클래스를 파악한다. 도 10에서는 딥러닝을 사용하여 검출된 이미지를 나타낸다.

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 전체 개요도이다.

[0044] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템은 취득부(100), 전처리부(200), 학습부(300), 제어부(400)를 포함한다.

[0045] 취득부(100)는 360 ° 전방위 IP 카메라로부터 이미지를 취득한다.

[0046] 전처리부(200)는 취득부의 이미지로부터 선형 보간법 및 매핑을 활용하여 평면화 영상을 생성하고, 생성된 평면화 영상 중 불량픽셀 검출을 위한 전광판 부분만 전처리한다.

[0047] 학습부(300)는 전처리된 결과를 딥러닝을 사용하여 학습하고 불량픽셀 검출 정확도에 따라 재학습 또는 종료를 결정한다.

[0048] 이러한 학습부는 Backbone과 Head 부분으로 구성이 되고, 상기 Backbone은 입력받은 이미지를 resize한 후, CSP-Darknet을 사용하여 feature map을 추출하며, 상기 Head는 Backbone에서 추출된 feature map을 바탕으로 물체를 검출한다.

[0049] 본 실시예에 따른 학습부는 입력받은 이미지를 resize한 후, CSP-Darknet을 사용하여 feature map을 추출하는 Backbone과, 상기 Backbone에서 추출된 feature map을 바탕으로 물체를 검출하는 Head를 포함하되, Backbone은 BottleNeckCSP를 이용하여 단계적으로 큰 특징부터 작은 특징까지 여러 개의 feature map을 추출하며, 마지막으로 SPP(Spatial Pyramid Pooling Layer)를 이용하여 1차원 형태의 배열을 출력하고, Backbone에서 추출된 feature map은 Neck에서 feature map을 정제하는 과정을 거친 후 정제된 feature map을 기반으로 Head에서 이미지를 $S \times S$ 그리드로 나누어 각 그리드 셀과 Bbox에 대한 신뢰도를 예측한 후, Pr과 IoU의 값을 곱해 confidence score를 구하는데, IoU와 confidence score가 같아지도록 오차를 수정한다.

[0050] 제어부(400)는 학습결과, 불량픽셀을 검출할 전광판 부분에서 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보

를 검출, 출력 및 저장하도록 한다.

- [0051] 불량픽셀 발생 감지를 위해 전광판을 항상 모니터링해야 하던 문제를 딥러닝을 사용한 불량픽셀 검출을 이용하여 모니터링을 할 필요없이 자동으로 불량픽셀을 검출하므로 시간적, 인적 자원을 확보할 수 있다.
- [0052] 또한 딥러닝을 통하여 검출된 불량픽셀의 위치정보를 출력 및 저장한다.
- [0053] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출의 학습과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0054] 본 실시예에 따른 불량픽셀 검출의 학습과정에 의하면, 360 ° 전방위 IP 카메라로부터 취득한 이미지를 선형 보간법 및 매핑을 활용하여 평면화 영상을 생산하고 생산된 평면화 영상 중 불량픽셀 검출을 위한 전광판 부분만 전처리, 그 후 딥러닝을 사용하여 학습하고 불량픽셀 검출 정확도의 목표 달성 여부에 따라 재학습 또는 종료를 결정한다.
- [0055] 즉, 360 ° 전방위 IP 카메라로부터 취득한 이미지를 매핑과 선형 보간법을 활용하여 평면 영상을 생산, 불량픽셀을 검출할 전광판 부분에서 딥러닝을 통한 불량픽셀과 불량픽셀의 위치 정보를 검출, 출력 및 저장하여 불량픽셀 검출의 정확성을 증대시킬 수 있다.
- [0056] 도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 IP카메라를 이용한 불량픽셀 검출용 데이터 획득과정을 나타낸 것이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 360° 전방위 IP 카메라로부터 매 분마다 이미지 저장하고 전처리 작업을 거친 뒤, 도 4에 도시된 바와 같이, 불량픽셀을 검출할 전광판 부분만 활용하여 데이터를 취득한다.
- [0057] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출용 데이터 딥러닝 학습을 위한 라벨링을 나타낸 것이다.
- [0058] 도 5에 도시된 바와 같이, 취득된 데이터의 불량픽셀을 사용자가 직접 판별하고 라벨링하여 불량픽셀의 위치 정보를 저장한다.
- [0059] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 학습을 설명하기 위한 도면이다.
- [0060] 도 6에 도시된 바와 같이, 딥러닝의 구조는 크게 Backbone과 Head 부분으로 구성이 되는데, 먼저 Backbone은 입력받은 이미지를 resize한 후, CSP-Darknet을 사용하여 feature map을 추출한다. Head는 Backbone에서 추출된 feature map을 바탕으로 물체를 검출한다.
- [0061] 도 7과 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 세부구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0062] 도 7과 도 8에 도시된 바와 같이, 도 6의 Backbone은 BottleNeckCSP를 이용하여 단계적으로 큰 특징부터 작은 특징까지 여러 개의 feature map을 추출하며, 마지막으로 SPP(Spatial Pyramid Pooling Layer)를 이용하여 1차원 형태의 배열을 출력한다.
- [0063] Backbone에서 추출된 feature map은 Neck에서 feature map을 정제하는 과정을 거친 후 정제된 feature map을 기반으로 Head에서 이미지를 SxS 그리드로 나누어 각 그리드 셀과 Bbox에 대한 신뢰도를 예측한 후, Pr과 IoU의 값을 곱해 confidence score를 구하는데, IoU와 confidence score가 같아지도록 오차를 수정한다.
- [0064] 참고로, Pr과 IoU는 객체 검출 작업에서 사용되는 두 가지 중요한 지표로, 모델의 성능을 평가하고 개선하기 위한 요소이다.
- [0065] Pr (Precision-Recall)은 Precision(정밀도)와 Recall(재현율)의 합성어로, 객체 검출 모델의 정밀도와 재현율을 동시에 고려하는 지표이다.
- [0066] Precision은 모델이 얼마나 정확하게 객체를 탐지하고 분류하는지를 측정하며, Recall은 모델이 얼마나 많은 실제 객체를 탐지하는지를 측정한다.
- [0067] Pr은 Precision과 Recall 사이의 균형을 나타내며, 이 두 지표 사이의 트레이드오프를 반영한다. 이상적으로는 높은 Pr 값을 유지하면서 높은 Recall 값을 유지하는 것이 목표이다.
- [0068] IoU (Intersection over Union)는 Intersection(교차 영역)을 Union(전체 영역)로 나눈 값으로, 객체 검출에서

예측된 경계 상자와 실제 객체의 경계 상자 간의 정확성을 측정하는 지표이다.

- [0069] IoU는 다음과 같이 계산된다. $IoU = (\text{예측된 경계 상자와 실제 객체의 교차 영역}) / (\text{예측된 경계 상자와 실제 객체의 전체 영역})$
- [0070] IoU가 높을수록 예측된 경계 상자와 실제 객체의 정확한 정렬을 나타낸다.
- [0071] Pr과 IoU가 서로 어떻게 관련되고 이들을 왜 곱하는지에 대한 설명은 다음과 같다.
- [0072] Confidence Score 계산과 관련하여, Head에서 예측된 객체의 신뢰도는 Pr과 IoU를 조합하여 계산된다. Confidence Score는 Pr과 IoU의 값을 곱해서 얻는다. 이것은 객체를 탐지한 경우의 정밀도와 객체를 정확하게 탐지한 경우의 IoU를 고려하여 객체의 신뢰도를 평가하기 위한 지표이다.
- [0073] 오차 수정과 관련하여, 이 Confidence Score를 기반으로 모델은 오차를 수정하며, 실제 객체를 탐지하고 정확한 경계 상자를 예측하도록 학습된다. Pr과 IoU의 값을 함께 고려함으로써 모델은 객체 탐지 작업을 더 정확하게 수행하도록 훈련된다.
- [0074] 이러한 작업은 객체 검출 모델의 학습 및 성능 향상을 위해 중요한 단계 중 하나이며, 정밀도와 IoU를 고려하는 Confidence Score를 통해 모델이 실제 객체를 식별하는 데 필요한 균형을 찾도록 도움을 준다.
- [0075] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출 정확도 목표 달성 여부 판단을 설명하기 위한 도면이다.
- [0076] 본 발명에서 제안하는 정확도 측정 방법은 IoU와 Pr을 곱한 confidence score와 Bbox 내에 객체가 존재할 확률을 나타내는 confidence와 객체가 어떤 클래스에 속하는지 나타내는 class probability로 구성되는 confidence class probability를 곱하여 class-specific confidence score를 사용한다.

$$\begin{aligned} & \text{ClassSpecificConfidenceScore} \\ &= \text{ConditionalClassProbability} * \text{ConfidenceScore} \\ &= P_r(\text{Class}_i | \text{Object}) * P_r(\text{Objects}) * IOU_{pred}^{truth} \\ &= P_r(\text{Class}_i) * IOU_{pred}^{truth} \end{aligned}$$

- [0077]
- [0078] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 불량픽셀 검출 전체 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0079] 입력 이미지를 640x640 크기로 resize를 진행한 후 SxS 그리드를 나눈 뒤에 학습을 통해 Bounding box와 confidence score, class probability map을 도출한 뒤에 최종적으로 불량픽셀의 Bbox와 위치 정보를 출력한다.
- [0080] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 실행 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0081] 360도 IP카메라를 통한 fisheye 이미지 획득 및 이미지 평면화를 한다.
- [0082] 다음으로 전광판 인식을 통한 이미지 분할 및 전처리를 한다.
- [0083] 다음으로 딥러닝을 이용한 불량픽셀을 검출한다.
- [0084] 그리고 검출된 불량픽셀의 정보를 바탕으로 LED 전광판의 시인성을 개선한다.
- [0085] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 실험환경은 Intel(R) Core(TM) i7-10700K 3.60GHz CPU, NVIDIA GeForce RTX 3070 (V-RAM 8GB) GPU, RAM 16GB의 하드웨어와, Window 10 Pro 64bit의 운영체제, Python 3.8, PyTorch 1.12.0, CUDA 11.60, opencv-python 4.6.0의 라이브러리를 포함한다.
- [0086] 본 실시예에서 실험에 사용한 데이터베이스는 4M x 2M 크기의 3840 x 2160 화소의 전광판을 360° IP 카메라를 이용하여 촬영한 뒤 결측값에 해당하는 이미지를 제외한 뒤 직접 라벨링을 진행하여 데이터셋을 구축하고, 실험

에 사용한 데이터셋은 도 12와 같다.

[0087] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템의 데이터셋을 나타낸 것이다.

[0088] 성능평가를 위한 값으로는 총 불량픽셀 개수에 검출된 불량픽셀 개수를 나누어 나온 백분율 값을 사용한다. 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 모델의 공인 측정 실험 결과는 다음과 같다.

시험 조건	시험 방법	결과
출력 오류의 인식	전광판의 불량 LED 및 표시되는 출력 문자의 오류를 실시간으로 영상장치가 인식 및 분석할 수 있을 것	적합
	출력 문자 오류 인식을 50회 반복하여 시험하였을 때, 오류 인식 정확도가 95% 이상일 것	100%
비고		
※ 다수의 전광판이 결합된 전체 크기의 전광판으로 시험 환경을 구성하기에 제약이 있어 최소 단위의 전광판만 시험에 사용함		
※ 실제 출력되는 전광판의 문자를 인식하는 상황을 별도의 모니터에 불량픽셀 이미지를 표시하여 시험을 대체함		

[0089]

[0090] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에서 제안하는 실험의 객관적인 성능을 평가하기 위해 공인시험기관의 시험성적서이다.

[0091] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템에 따른 실험결과를 설명하기 위한 도면이다.

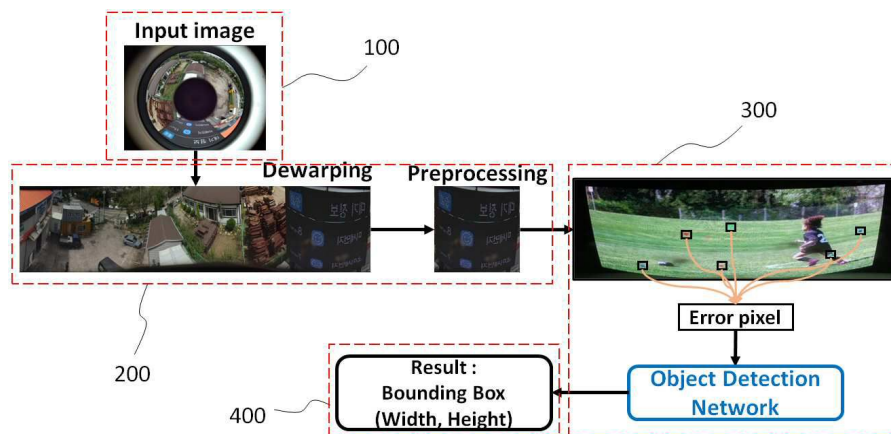
[0092] 본 실시예에 따른 영상 장치를 이용한 차세대 스마트 LED 전광판의 불량픽셀 검출을 위한 딥러닝 시스템은 기존의 주변 화소들의 값을 이용하여 불량픽셀을 검출하는 방법을 사용하지 않고 딥러닝을 사용한다.

[0093] 시간이 지남에 따른 화소 값 변화를 이용하는 것이 아닌 Frame마다 불량픽셀을 검출하여 실시간으로 검출할 수 있다.

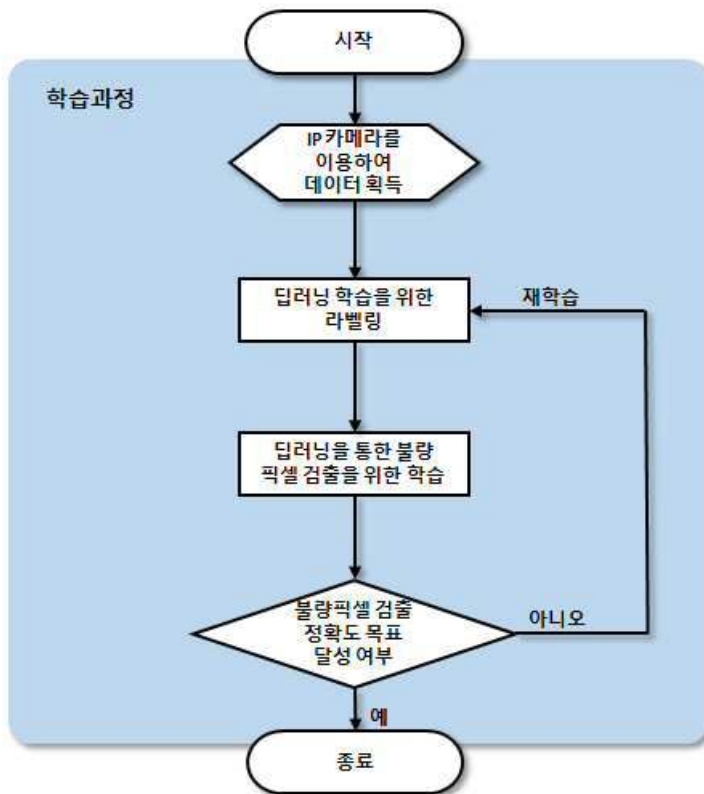
[0094] 단순히 주변 화소들의 값을 이용하여 불량픽셀을 검출하는 방법은 다양한 형태와 패턴을 가질 수 있는 불량픽셀을 모두 검출하기 어렵지만 본 실시예에 따른 딥러닝은 다양한 형태와 패턴을 자체 학습하여 검출률을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.

도면

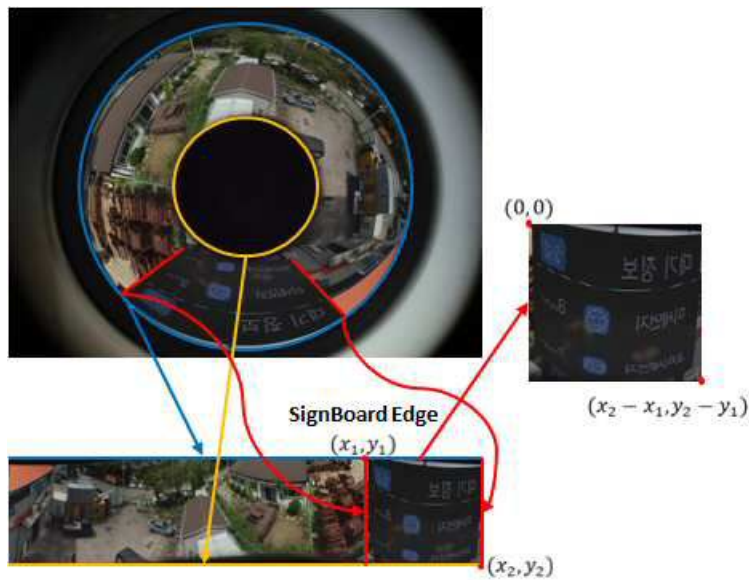
도면1



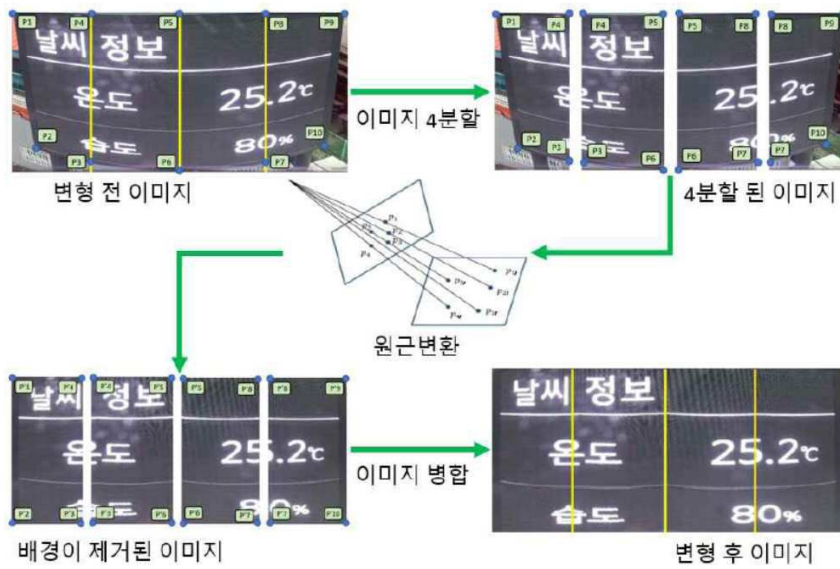
도면2



도면3



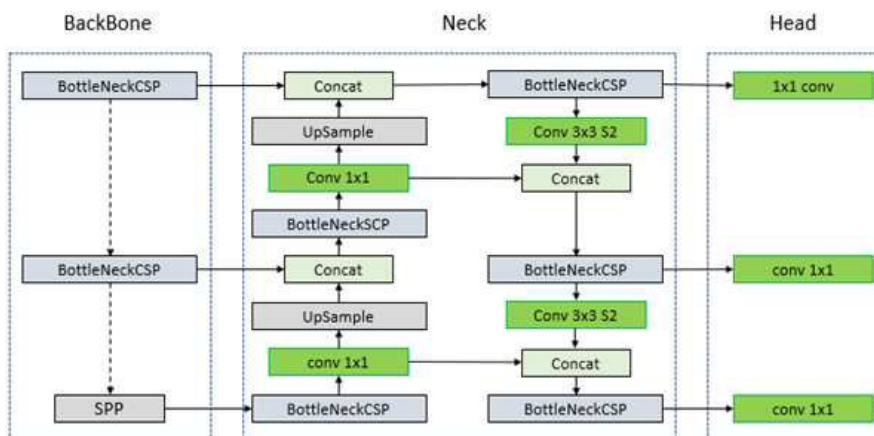
도면4



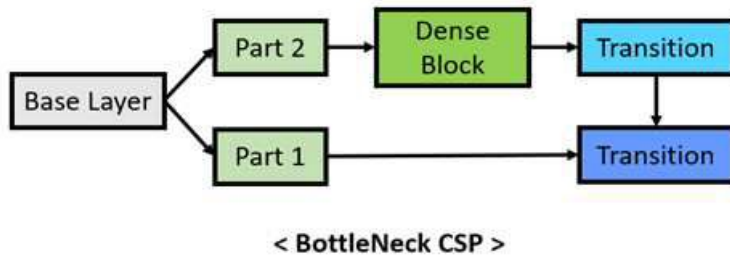
도면5



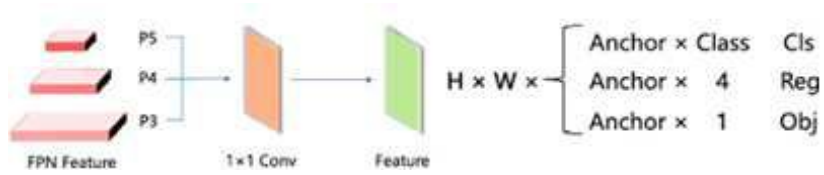
도면6



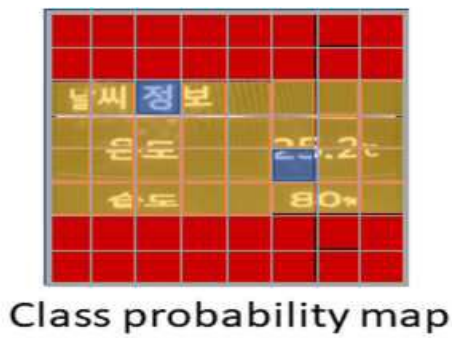
도면7



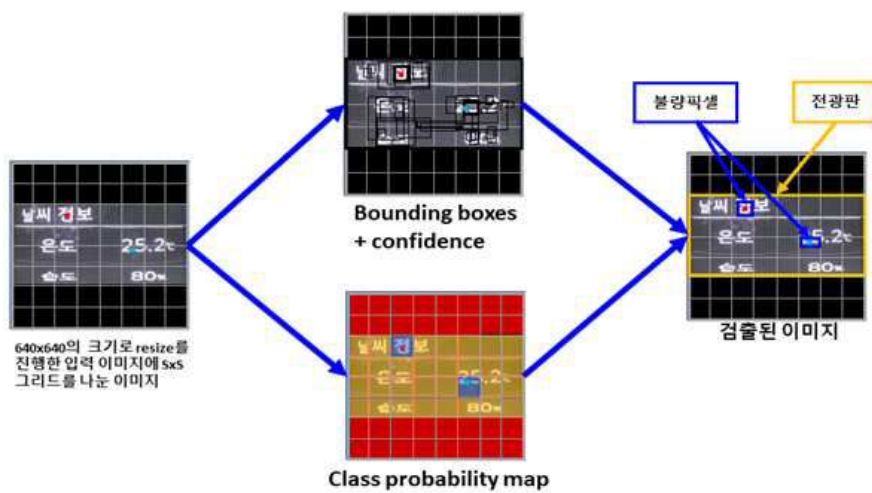
도면8



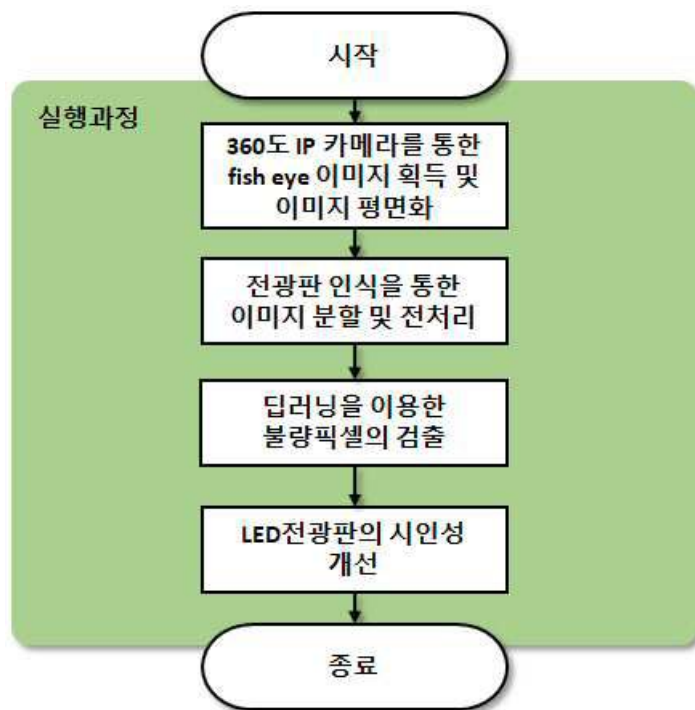
도면9



도면10



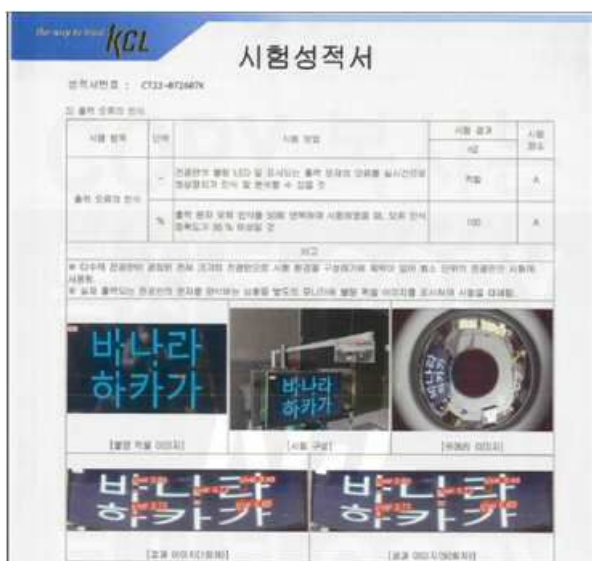
도면11



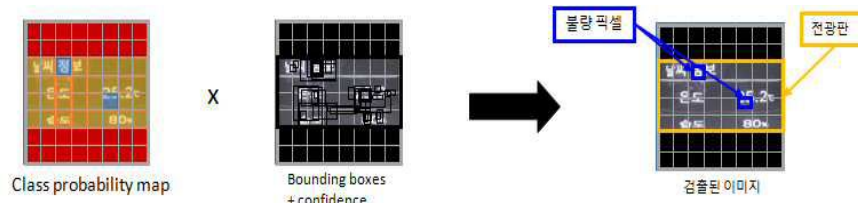
도면 12



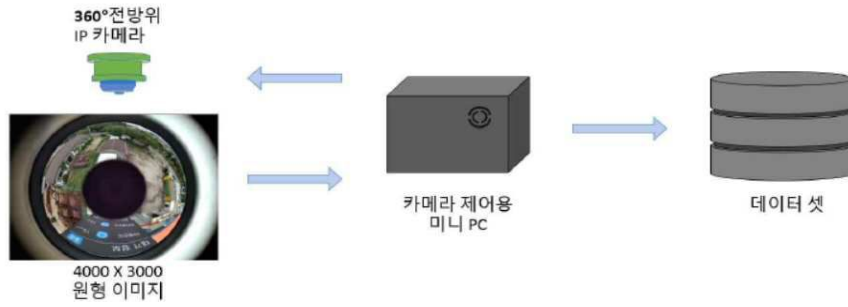
도면 13



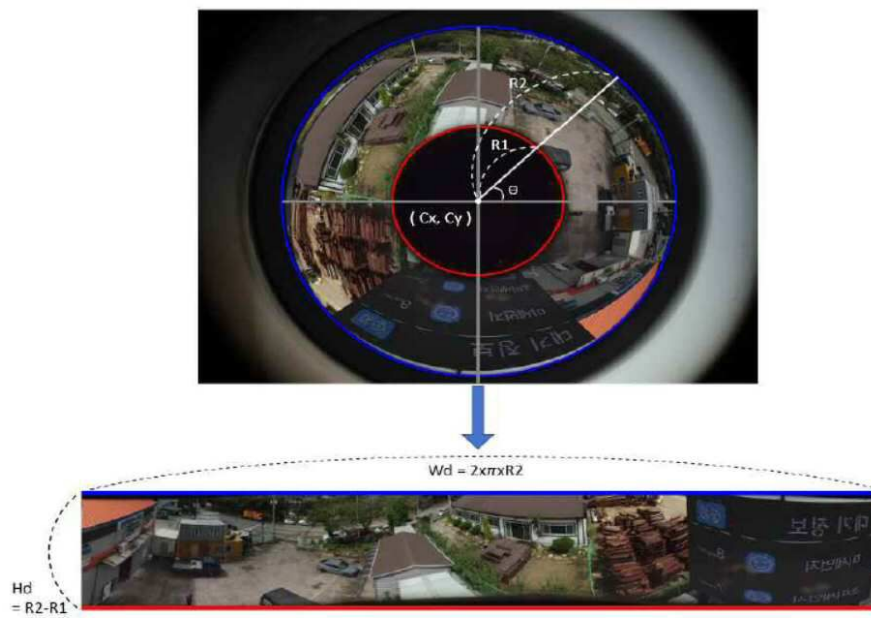
도면14



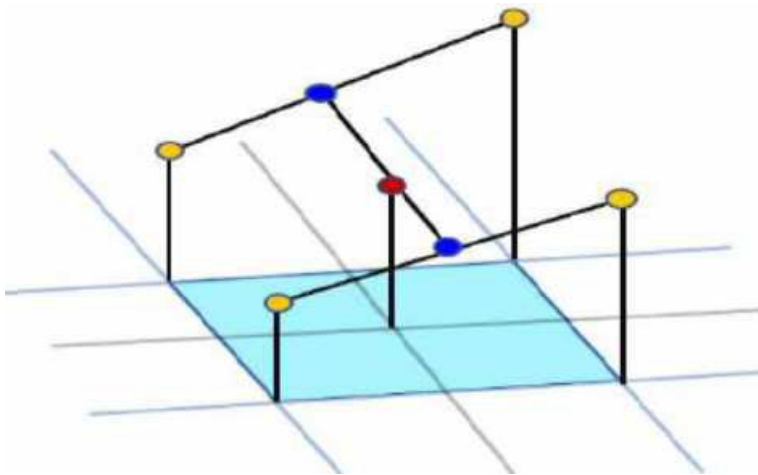
도면15



도면16



도면17



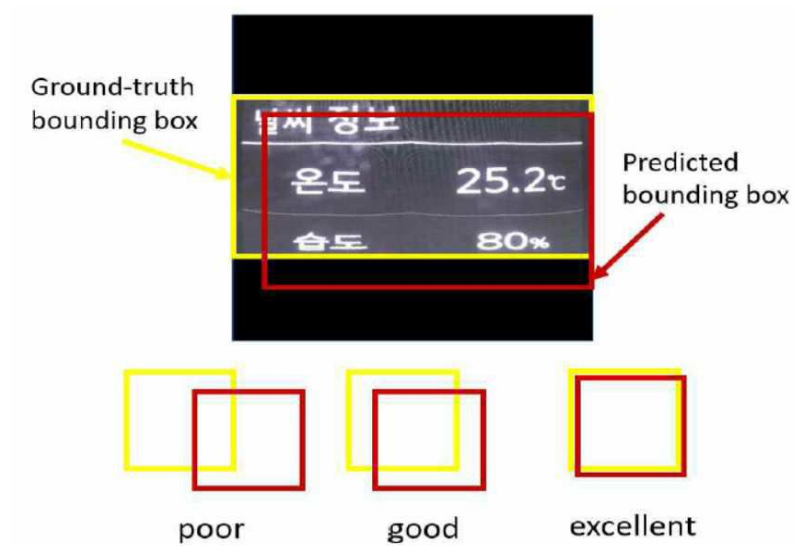
도면18



도면19

$$IoU = \frac{\text{두 박스의 겹쳐진 부분의 면적}}{\text{겹쳐진 상태의 두 박스의 총면적}} = \frac{\text{Red Box}}{\text{Blue Boxes}}$$

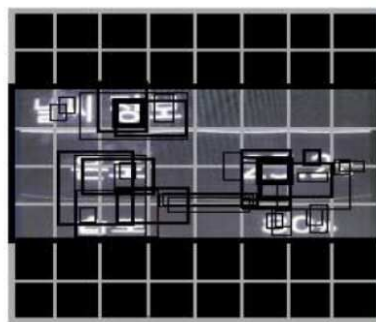
도면20



도면21



640x640의 크기로 resize를
진행한 입력 이미지에 $S \times S$
그리드를 나눈 이미지



Bounding boxes +
confidence