

별첨2

AI솔루션 세부 설명자료_1

| <p>AI 솔루션명</p> | <p>라인스캔 카메라 기반의 머신비전 솔루션</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|--|-----|--------|--------|-----------|------------|-----------------------------|--|--------|-------|----|--------|--------|-------|----------------|---------------|-------|---|--------|-------|----|----------------|---------------|
| <p>AI 솔루션 종류</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 설치형 AI 솔루션 <input type="checkbox"/> AI SaaS 솔루션 <input type="checkbox"/> 기타 (기업 자체 서비스 솔루션)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>AI 솔루션 인증서류</p> | <p><input type="checkbox"/> 자체 테스트결과서 <input checked="" type="checkbox"/> KOLAS 시험결과서 <input type="checkbox"/> 기타</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>AI 솔루션 활용 분야</p> | <p>① 컴퓨터비전 솔루션 (이미지나 영상등의 Classification, Detection, Tracing, Segmentation 등)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>데이터 보유·수집 현황</p> | <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:30%;">데이터 종류</th> <th style="width:20%;">데이터 개수</th> <th style="width:50%;">데이터 상세 내용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">PCB 촬영 데이터</td> <td style="text-align: center;">양품: 148,950장 불량: 10,145장</td> <td> SMT 공정에 라인 스캔 카메라(데이터 전송 장치 포함)를 설치한 후, 총 3가지 제품을 촬영 및 전처리 하여 데이터셋을 구축 <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:30%;">제품명</th> <th style="width:30%;">양품</th> <th style="width:40%;">불량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">33,636</td> <td style="text-align: center;">3,200</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">63,702</td> <td style="text-align: center;">3,457</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">51,612</td> <td style="text-align: center;">3,488</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">합계</td> <td style="text-align: center;">148,950</td> <td style="text-align: center;">10,145</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </tbody> </table> | | | 데이터 종류 | 데이터 개수 | 데이터 상세 내용 | PCB 촬영 데이터 | 양품: 148,950장 불량: 10,145장 | SMT 공정에 라인 스캔 카메라(데이터 전송 장치 포함)를 설치한 후, 총 3가지 제품을 촬영 및 전처리 하여 데이터셋을 구축 <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:30%;">제품명</th> <th style="width:30%;">양품</th> <th style="width:40%;">불량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">33,636</td> <td style="text-align: center;">3,200</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">63,702</td> <td style="text-align: center;">3,457</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">51,612</td> <td style="text-align: center;">3,488</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">합계</td> <td style="text-align: center;">148,950</td> <td style="text-align: center;">10,145</td> </tr> </tbody> </table> | 제품명 | 양품 | 불량 | A | 33,636 | 3,200 | B | 63,702 | 3,457 | C | 51,612 | 3,488 | 합계 | 148,950 | 10,145 |
| 데이터 종류 | 데이터 개수 | 데이터 상세 내용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB 촬영 데이터 | 양품: 148,950장 불량: 10,145장 | SMT 공정에 라인 스캔 카메라(데이터 전송 장치 포함)를 설치한 후, 총 3가지 제품을 촬영 및 전처리 하여 데이터셋을 구축 <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:30%;">제품명</th> <th style="width:30%;">양품</th> <th style="width:40%;">불량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">33,636</td> <td style="text-align: center;">3,200</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">63,702</td> <td style="text-align: center;">3,457</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">51,612</td> <td style="text-align: center;">3,488</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">합계</td> <td style="text-align: center;">148,950</td> <td style="text-align: center;">10,145</td> </tr> </tbody> </table> | 제품명 | 양품 | 불량 | A | 33,636 | 3,200 | B | 63,702 | 3,457 | C | 51,612 | 3,488 | 합계 | 148,950 | 10,145 | | | | | | | |
| 제품명 | 양품 | 불량 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 33,636 | 3,200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 63,702 | 3,457 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 51,612 | 3,488 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 합계 | 148,950 | 10,145 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>사용 프레임워크</p> | <p>Pytorch (Python 3.9.20)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>사용 아키텍처</p> | <p>- 학습모델 : RT-DETR (Real Time DEtection TRansformer, 실시간 감지 트랜스포머)</p> <pre style="font-family: monospace; font-size: 0.8em; border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> 0 from n params module arguments 1 -1 1 25248 ultralytics.nn.modules.block.HGStem [3, 32, 48] 2 -1 6 155072 ultralytics.nn.modules.block.HGBlock [48, 48, 128, 3, 6] 3 -1 1 1408 ultralytics.nn.modules.conv.DWConv [128, 128, 3, 2, 1, False] 4 -1 6 839296 ultralytics.nn.modules.block.HGBlock [128, 96, 512, 3, 6] 5 -1 1 5632 ultralytics.nn.modules.conv.DWConv [512, 512, 3, 2, 1, False] 6 -1 6 1695360 ultralytics.nn.modules.block.HGBlock [512, 192, 1024, 5, 6, True, False] 7 -1 6 2055808 ultralytics.nn.modules.block.HGBlock [1024, 192, 1024, 5, 6, True, True] 8 -1 6 2055808 ultralytics.nn.modules.block.HGBlock [1024, 192, 1024, 5, 6, True, True] 9 -1 1 11264 ultralytics.nn.modules.conv.DWConv [1024, 1024, 3, 2, 1, False] 10 -1 6 6708480 ultralytics.nn.modules.block.HGBlock [1024, 384, 2048, 5, 6, True, False] 11 -1 1 524800 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [2048, 256, 1, 1, None, 1, 1, False] 12 -1 1 789760 ultralytics.nn.modules.transformer.AIFI [256, 1024, 8] 13 -1 1 66048 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [256, 256, 1, 1] 14 -1 1 0 torch.nn.modules.upsampling.Upsample [None, 2, 'nearest'] 15 7 1 262656 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [1024, 256, 1, 1, None, 1, 1, False] 16 [-2, -1] 1 0 ultralytics.nn.modules.conv.Concat [1] 17 -1 3 2232320 ultralytics.nn.modules.block.RepC3 [512, 256, 3] 18 -1 1 66048 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [256, 256, 1, 1] 19 -1 1 0 torch.nn.modules.upsampling.Upsample [None, 2, 'nearest'] 20 3 1 131584 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [512, 256, 1, 1, None, 1, 1, False] 21 [-2, -1] 1 0 ultralytics.nn.modules.conv.Concat [1] 22 -1 3 2232320 ultralytics.nn.modules.block.RepC3 [512, 256, 3] 23 -1 1 590336 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [256, 256, 3, 2] 24 [-1, 17] 1 0 ultralytics.nn.modules.conv.Concat [1] 25 -1 3 2232320 ultralytics.nn.modules.block.RepC3 [512, 256, 3] 26 -1 1 590336 ultralytics.nn.modules.conv.Conv [256, 256, 3, 2] 27 [-1, 12] 1 0 ultralytics.nn.modules.conv.Concat [1] 28 -1 3 2232320 ultralytics.nn.modules.block.RepC3 [512, 256, 3] 29 [21, 24, 27] 1 7316237 ultralytics.nn.modules.head.RTDETRDecoder [7, [256, 256, 256]] rt-detr-l summary: 681 layers, 32,820,461 parameters, 32,820,461 gradients, 108.0 GFLOPs </pre> <p>- AI 개발 및 실험 환경</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

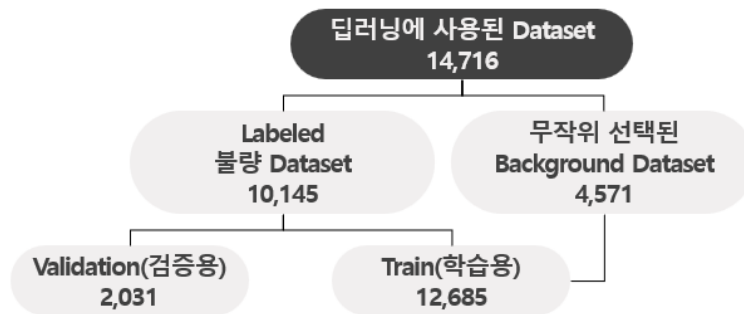
| HW 사양 | 구분 | 딥러닝 서버 | 실험 PC |
|-------|------|-----------------------------|--|
| | OS | Ubuntu 22.04.5 LTS | Microsoft Windows 10 Pro |
| | CPU | AMD Ryzen EPYC 7742 | Intel® Core™ i9-10900KF CPU @ 3.70 GHz |
| | GPU | NVIDIA A100-SXM4-40 GB | NVIDIA GeForce RTX 3080 |
| | HDD | 1.8 TB (overlay filesystem) | 2 TB |
| | RAM | RAM: 100 GB | 64 GB |
| SW 정보 | 모델명 | RT-DETR (버전없음) | |
| | 사용언어 | Python 3.9 | |
| | 도구 | jupyter notebook v1.1.1 | |

[하드웨어 및 소프트웨어 사양]

- 학습 데이터 구성 및 학습 설정

| | |
|--------|---|
| 데이터 구성 | train(학습용) : valid(검증용) = 12,685 : 2,031 (총 14,716, 불량 데이터 10,145개 + 백그라운드 데이터 4,571개) |
| 학습 설정 | epoch: 20 / dropout: 0.5 / (input)img_size: 640 나머지 하이퍼파라미터는 RT-DETR 기본으로 설정 |

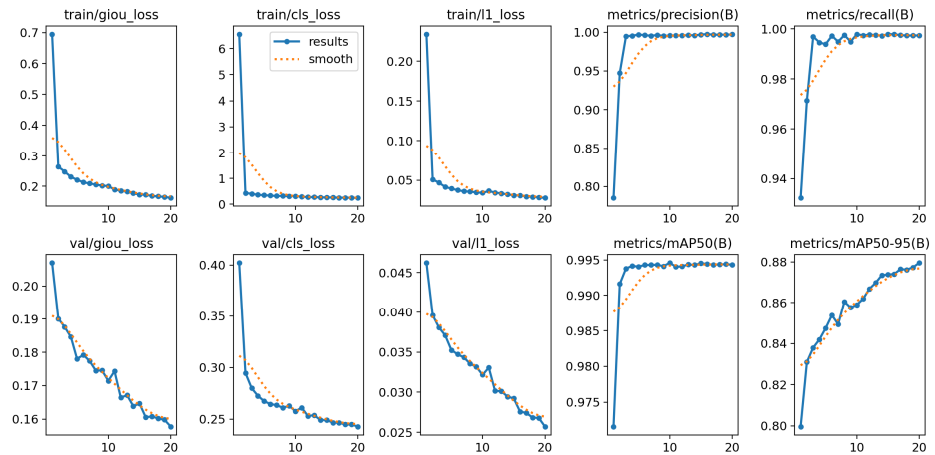
[데이터 구성 및 학습 설정]



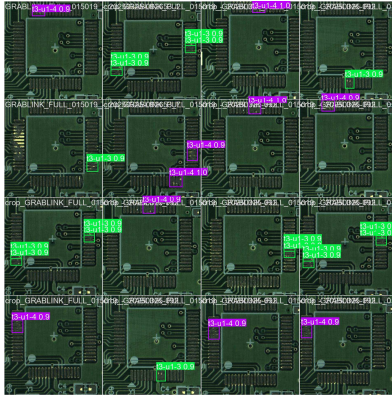
[딥러닝 모델 학습 및 검증에 사용된 데이터의 상세 구성]

학습데이터
결과서/
테스트데이터
결과서

- 학습 결과

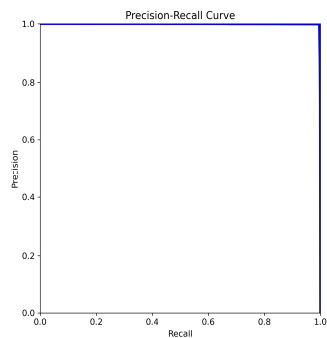


[손실 함수(Loss Function)]

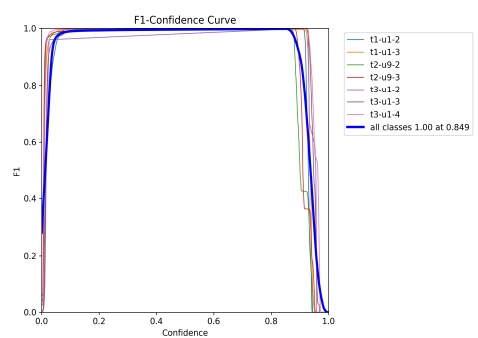


[검증용 데이터에 대해 딥러닝 모델이 불량을 예측하는 모습]

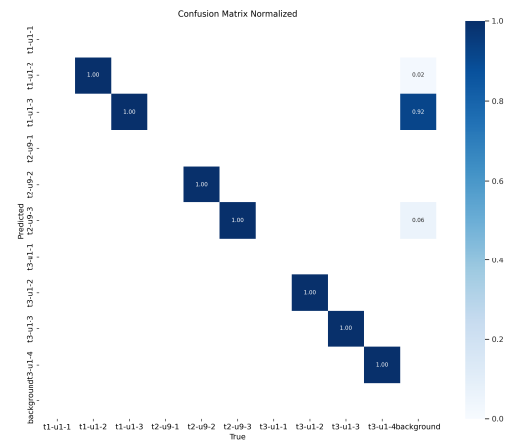
- 성능 평가 결과 (테스트 데이터 결과서)



[PR Curve]



[F1 Curve]



[혼동 행렬 (Confusion Matrix)]

rt-detr-1 summary: 302 layers, 32,004,290 parameters, 0 gradients, 103.5 GFLOPs

| Class | Images | Instances | Box(P) | R | mAP50 | mAP50-95: 100% |
|---------|--------|-----------|--------|-------|-------|----------------|
| all | 2037 | 7219 | 0.997 | 0.997 | 0.994 | 0.879 |
| t1-u1-2 | 226 | 395 | 0.997 | 1 | 0.994 | 0.876 |
| t1-u1-3 | 646 | 3738 | 0.994 | 0.988 | 0.992 | 0.873 |
| t2-u9-2 | 382 | 576 | 1 | 0.998 | 0.995 | 0.792 |
| t2-u9-3 | 692 | 1362 | 0.998 | 0.999 | 0.995 | 0.827 |
| t3-u1-2 | 12 | 12 | 0.993 | 1 | 0.995 | 0.953 |
| t3-u1-3 | 311 | 658 | 0.997 | 0.997 | 0.994 | 0.906 |
| t3-u1-4 | 416 | 478 | 1 | 1 | 0.995 | 0.928 |

Speed: 0.1ms preprocess, 2.7ms inference, 0.0ms loss, 0.2ms postprocess per image
Results saved to /root/project/runs/train2

[결과 테이블]

→ 전체 클래스에 대한 mAP@0.5는 99% 이상으로 매우 높은 수준이며, 목표하였던 98% 이상을 달성하였음

- 공인 시험 성적서 (KOLAS 공인시험기관)

※ 라인 스캔 카메라 시스템 전체에 대한 공인 시험을 진행하였으며, 불량 검출 시 모델에 대한 성능은 4번 항목을 참조

G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : DoMp7nxnpQI=



Korea Laboratory Accreditation Scheme

KOLAS 공인시험기관 인정서

에스티에이테스팅컨설팅

인정번호: KT937

법인등록번호: 110111-3843920
(또는 고유번호)

사업장소재지: (소재지)서울특별시 강남구 테헤란로43길 18

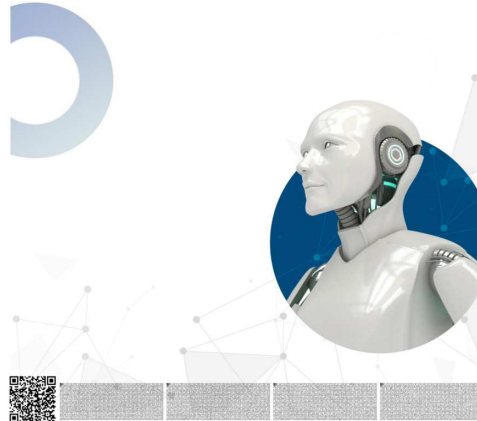
최초인정일자: 2021년 04월 01일

인정유효기간: 2021년 04월 01일 ~ 2025년 03월 31일

인정분야 및 범위: 별첨

발행일: 2022년 06월 02일

상기 기관을 국가표준기본법 제23조, 적합성평가 관리 등에 관한 법률 제8조 및 KS Q ISO/IEC 17025:2017에 의거하여 KOLAS 공인시험기관으로 인정합니다. 또한 ISO-ILAC-IAF 공동성명에 언급된 바와 같이 인정된 분야 및 범위에 대한 기술력 능력과 시험기관의 품질경영 시스템이 적절함을 인정합니다.



한국인정기구(KOLAS)는 국제시험기관인용협력체(ILAC)의 상호인용협정(MRA) 시험기구입니다.

시험 결과

| | | |
|---|---|---|
| STA 테스팅컨설팅 (우)05086 서울시 광진구 자양강변길 115, STA타워 Tel: 070-7864-7720, Fax: 02-6248-1702 | 접수번호 : 25-AI01-C013 성적서번호: 25-C013-AI01 페이지: (7) / 총 (20) | STA ICT 시험인증 연구소 STA ICT Testing & Certification Lab |
|---|---|---|

3. 종합시험 결과

| No. | 시험항목 | 신청기관 기준 | 시험결과 |
|-----|----------------|-------------|------------------|
| 1 | 피검사체 인식 정확도 | 95 % 이상 | 적합 (100 %) |
| 2 | 인코더 속도 인식 정확도 | 95 % 이상 | 적합 (99.88 %) |
| 3 | 이미지 추출 정확도 | 95 % 이상 | 적합 (99.99 %) |
| 4 | AI엔진 불량 검출 정확도 | mAP 98 % 이상 | 적합 (mAP 99 %) |

4. 시험환경

4.1 하드웨어 사양

4.1.1 딥러닝 서버

| | |
|-----|-----------------------------|
| OS | Ubuntu 22.04.5 LTS |
| CPU | AMD Ryzen EPYC 7742 |
| RAM | 100 GB |
| HDD | 1.8 TB (overlay filesystem) |
| GPU | NVIDIA A100-SXM4-40 GB |

4.1.2 시험용 PC

| | |
|-----|--|
| OS | Microsoft Windows 10 Pro |
| CPU | Intel® Core™ i9-10900KF CPU @ 3.70 GHz |
| RAM | 64 GB |
| HDD | 2 TB |
| GPU | NVIDIA GeForce RTX 3080 |

KOL-TEM-012-#02(Rev.02)



A4(210mm×297mm)

[KOLAS 인증 기관의 시험성적서]

AI 솔루션
세부 설명

※ 해당 솔루션은 라인스캔카메라 및 데이터 수집/처리 장치가 설치된 머신비전 시스템 기반으로 적용하였으며, 수요기업의 필요시 맞춤형 하드웨어 시스템 제작과 소프트웨어 솔루션 개발이 모두 가능함

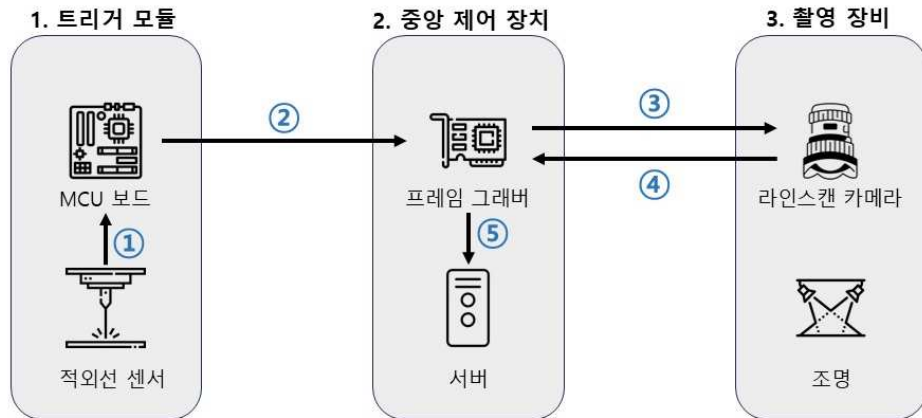
1) 데이터 수집 - 라인 스캔 카메라를 활용한 데이터 수집 및 처리/전송 시스템 구축



[컨베이어벨트에 카메라가 장착된 머신비전 시스템 실물(비즈포스 보유)]



[SMT 공정에 머신비전 시스템을 설치한 모습 (SMT 제조기업에 설치)]



[데이터 수집 시스템 구성도]

[데이터 수집 시스템 프로세스]

1. 적외선 센서를 활용한 검사체 진입 감지
 - : 라인스캔 카메라의 촬영 시작 타이밍을 결정하기 위해, 적외선 센서를 활용하여 검사체가 촬영 지점에 진입하는 시점을 감지한다. 이때 불필요한 오작동을 방지하고 정확한 인식을 위해 센서의 민감도를 검사체에 맞게 조정한다.
2. 촬영 트리거 신호 전달
 - : 적외선 센서를 통해 감지된 검사체 진입 시점을 기준으로, 촬영 트리거 신호를 프레임그래버로 전달한다. 이 과정에서는 적외선 센서와 라인스캔 카메라

간의 물리적 거리 차이를 고려하여, 최적의 타이밍으로 촬영 신호가 전달되도록 조정한다.

3. 라인스캔 카메라에 촬영 신호 전달

: 프레임그래버는 수신된 트리거 신호를 바탕으로 라인스캔 카메라에 촬영 명령을 전달하고, 카메라는 해당 신호에 맞춰 이미지를 연속적으로 획득한다.

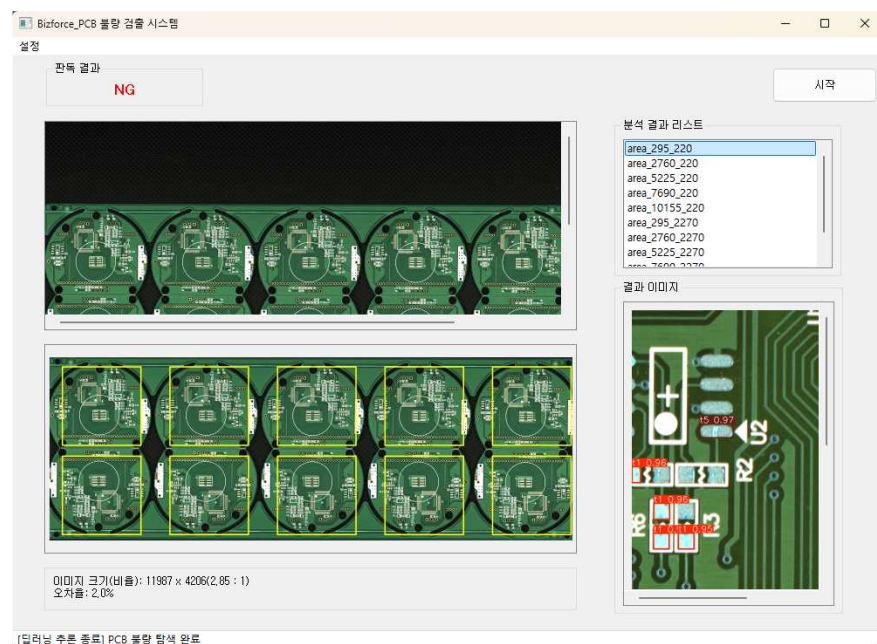
4. 촬영 이미지 획득 및 설정값 최적화

: 촬영된 이미지는 프레임그래버를 통해 수신되며, 획득된 이미지 품질을 기반으로 조명 세기, 노출 시간, 게인 등의 카메라 설정값을 최적화한다. 이를 통해 안정적이고 일관된 이미지 품질을 확보한다.

5. 이미지 저장 및 데이터 전처리

: 획득된 이미지는 불량 판정을 위한 분석에 활용되므로, 원본 이미지와 전처리 이미지를 목적에 따라 구분해 저장하고, 판정 정확도와 처리 속도를 높이기 위한 전처리를 수행한다. (Ex. 리사이즈, 크롭, 명암대비 강화, ROI 추출 등)

2) 실시간 불량 검출 프로그램 적용

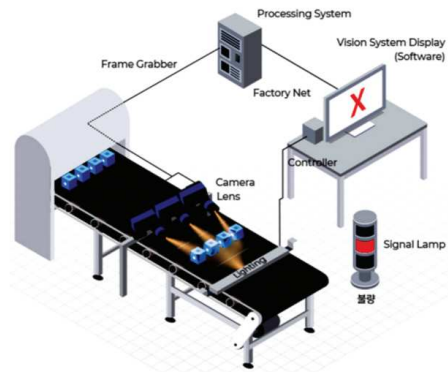
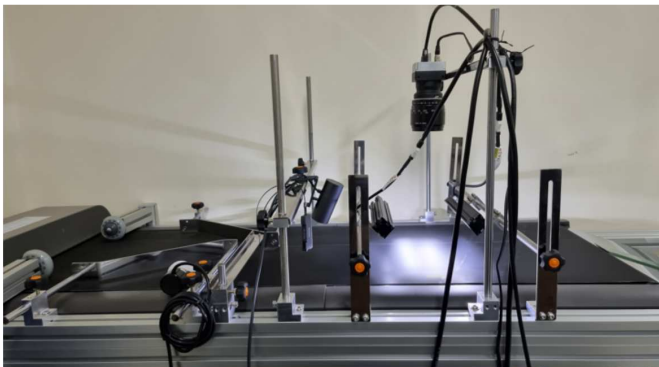


[AI 기반 불량 검출 프로그램 예시]

- 전처리된 이미지를 기반으로 실시간으로 불량을 판정하고, 생산 라인의 속도에 맞춰 지연 없이 결과를 출력하도록 프로그램을 구성
- 실시간 화면에 원본/전처리/검출 결과(마스킹, 박스, 점수)를 오버레이하여 담당자가 즉시 확인 가능하도록 하며, 불량 이미지 및 관련 메타데이터와 판정 결과 등을 저장하여 추적성(Traceability)을 확보하고, 추후 AI 모델 업데이트 튜닝에 활용할 수 있음

1) 개요

- 라인스캔 카메라 및 AI 머신비전 소프트웨어를 활용하여 실시간으로 불량 검출이 가능한 자동 검사 시스템
- 연속적으로 움직이는 물체로부터 실시간 결함을 검출하는 시스템으로, PCB 및 반도체 부품을 포함하여, 플라스틱, 종이, 포일, 필름, 금속 등의 소재 제조부문의 결함 검출까지 가능
- 제조 공정 중, 품질 검사 및 검수 작업에서 사람이 눈으로 보고 판단하는 과정을 AI 머신 비전 시스템이 대체함으로써, 열악한 환경에서도 정밀하고 빠른 속도로 처리할 수 있음



[컨베이어벨트에 카메라가 장착된 머신비전 시스템 실물(왼쪽)과 시스템 전체 구조도(오른쪽)]

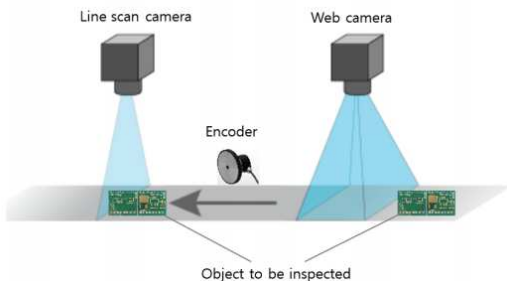
2) 특징

① 실시간 고속 스캔



: 물체를 정지한 상태로 촬영하여 분석하는 Area Scan 방식이 아닌 Line Scan 방식을 활용함으로써, 움직이는 개체를 실시간으로 빠르게 촬영할 수 있으며, 대형 물체 및 고해상도 이미지도 빠르게 처리할 수 있음

② 트리거 기술을 활용한 정확한 카메라 촬영 시점 계산



: 불규칙적으로 공급되는 제품을 인식하고 카메라에 정확한 촬영 시점을 제공하기 위해, 카메라 촬영을 위한 신호(트리거)를 줄 수 있는 기술을 개발함. 피검사체가 진입하는 부분에 웹캠을 설치하며, 웹캠을 통해 제품의 앞부분이 인식되면, 현재 이동 속도를 측정 후, 카메라와의 거리를 반영하여 트리거를 발생시켜 적절한 촬영 타이밍을 주도록 함

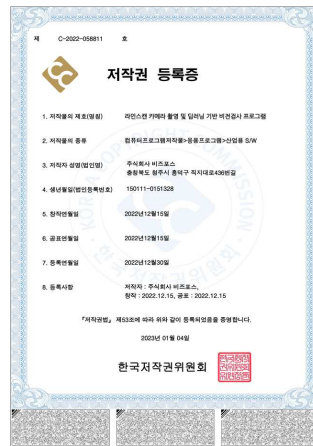
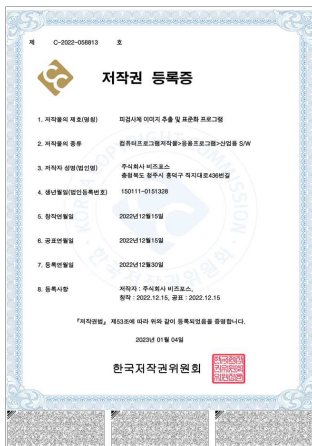
③ AI 딥러닝을 활용한 불량 검출

: 보다 정교한 불량 검출을 위하여 AI 딥러닝을 활용한 불량 검출 소프트웨어를 개발하였으며, 기존의 영상처리 방식의 패턴검사도 함께 적용하여 효율적인 비전검사를 진행함

3) 지식재산권 등록 및 대외 수상, 논문 투고 현황

① 특허 출원 및 저작권 등록 현황

- 관련 특허 2건 등록 : 고속 실시간 라인 스캔 장치 및 방법
- 관련 저작권 4건 등록 : 영상처리 기반 라인스캔카메라의 트리거 모듈 / 라인스캔 카메라 제어를 위한 트리거 프로그램 / 피검사체 이미지 추출 및 표준화 프로그램 / 라인스캔 카메라 촬영 및 딥러닝 기반 비전검사 프로그램



② 대외 수상 현황 - 2022년 디지털이노베이션 대상 선정 (한국일보 주최 / 2022년 11월 11일 보도)

‘2022 제17회 디지털 이노베이션 대상’ 선정 리스트

| 분야명 | 기업/기관명 | 제품/기술명 | 분야명 | 기업/기관명 | 제품/기술명 |
|----------|---|---|-------------|----------|------------------------|
| 기술/서비스 | KT | AICC(인공지능 컨택센터) | 정보기술 | 소프트웨어 | 아이비엔시스 5G 기반 실시간 인투와이즈 |
| | 비네아 | 처방적 분석(Prescriptive Analytics) 기반 비데이터 고부가가치화 플랫폼 | | 로보아르테 | 투입 조리 |
| | 넷케이티아이 | 비즈카365(BIZCar365) 업무용 공용차량 공유·관리 서비스 | | 큐링이노스 | INVOLVE, 인공위드포인츠 |
| | 날리지포인트 | 비대면 화상회의/컨설팅 클라우드 플랫폼 (날리지톡) 및 서비스 | | 3차원 | 원자력발전소 등 |
| | 아크칩스 | Analog/Mixed-Signal/RF semiconductor IP | | 칼라 | 유신소 운동 분석 |
| | 솔라미 | 주제별 전기철과 및 공기업 관리를 위한 맞춤형 정보 제공 인공지능서비스 | | 필드로 | 실시간 |
| | 알티엔씨 | 스물중 보행중 스마트용 사용제한 솔루션 (AT-100, 에너터널) | | 시그마전자젠 | 스마트 변기 및 |
| | 지노텍 | zinnospace™ | | 코에니 | 반려동물 털을 |
| | 에이테크 | 도시 복합 재난 예측 기반 의사결정 지원 솔루션 | | 레신저스 | 광통신의 신기 |
| | 바르모온 | 복합 곡면구형 고품질 플레이트 리얼월드 | | 기가버스 | PCB 자동 |
| 코스모터어 | 체석장의 스마트 제조공정을 위한 클라우드 기반 통합관리시스템 | 대성글로벌코어 | 정전사 | | |
| 폼에 | 반려견 건강관리 웨어러블 디바이스와 플랫폼 | 헬스케어 | 웨어러블 도넛 | | |
| 힐엔드 | 실내 생체 감지 레이더 | 코어파마 | 자가진단키트의 | | |
| 에이비스 | 시력교정수술 후 근시퇴행 예측 시스템(AVIS-EYE) | 에이아이비이온 | 현장진단(POC) | | |
| 인프라큐브 | 체육센터 회원 및 대관 통합 관리 솔루션과 회원의 맞춤형 운동 코칭 서비스 | 제이케이온 | 천연추출물(LK-M) | | |
| 유권크리에이티브 | 교육용 메타버스 플랫폼, 에듀코어 | 에브릿 | 산화질소 기반 2인 | | |
| 지너루 | 직접 연구용 의료 웨어러블 분석 플랫폼 | 에이엔제이사이언스 | 난치성 감염병을 | | |
| 정비 | 비즈포스 | 라인스캔 카메라를 이용한 실시간 고속 시 불량 검출 시스템 | 의료/생물 | 에이이제이셀라라 | 노도루나(D |

스마트팩토리·스마트팜 솔루션 갖춰

비즈포스

비즈포스 (대표 황선민)는 중박 청주 소재 업체로서 비데이터와 인공지능(AI) 그리고 머신비전(Machine Vision)을 기반으로 스마트팩토리나 스마트팜 분야 장비 및 주요 공정에 대한 정밀 센싱, 실시간 모니터링 솔루션을 보유하고 있다.

이 분야는 지속적인 기술 발전이 있어 많은 꾸준한 연구개발이 필수다. 비즈포스는 올해 중소벤처기업부의 지원을 받아 '실시간 고속 불량 검출을 위한 라인 스캔 카메라 시스템 설계 및 개발 예비연구'를 진행 중이다. 또한 중박과학기술혁신원의 지원을 통해 '부산 IIC(Industrial IIC)와 마트공장 솔루션 분야 중소기업으로의 부상이 기대되는 기업이다.'

[제17회 디지털 이노베이션 대상 선정 리스트 및 보도 기사]

③ 논문 투고 현황 - 2021년(ICFICE2022), 2023년(ICFICE2024), 2024년(MDPI)에 관한 연구 논문 작성

Implementation of an AI-based Vision Inspection System for Semiconductor Process Quality Control

Byung-Chul Kim¹, Moon-Sun Shin^{1*} and Seon-Min Hwang²
¹Division of Computer Engineering, Baekseok University, Chosun-as-ri, Korea
²Department of Computer Engineering, Konkuk University, Chung-ju-si, Korea
 *E-mail: bckim@bu.ac.kr, mshin@bu.ac.kr, h2009@gmail.com

Abstract

This paper presents an implementation of an AI-based vision inspection system for semiconductor process quality control. The hardware of the optimal vision inspection system consists of a conveyor belt structure transport system and a real-time high-speed line scan camera device module. And the software system consists of a trigger-based image acquisition module, an image processing module, and an AI module. The AI module for semiconductor process quality control, which is the core function of the proposed system, uses an image recognition technology based on supervised learning, so it is carried out to recognize and classify images by extracting features from labeled data and learning to classify images. The implemented system is useful to improve semiconductor quality control.

Index Terms Machine vision, line scan camera, real-time quality control, image recognition technology

I. RESEARCH BACKGROUND

Real-time quality verification technology for rapidly moving products in the product manufacturing process is very important. However, there are difficulties in quality control for manufacturing process of rapidly moving products. For better quality control many detection methods have been researched and introduced. In particular, machine vision defect detection using image analysis and sensors occupy a large proportion [1-4]. In addition, many companies are attempting to combine machine vision and deep learning for more precise defect detection [5, 6]. While products are supplied irregularly, it is needed to figure out the time of triggering the line scan camera when the supply time of the product using a webcam.

In this paper, we propose a deep learning technology that determines whether a product is defective by acquiring a high-resolution image using a line scan camera and implement machine vision technology as a method of detecting the time of view.

II. SYSTEM FRAMEWORK

*Corresponding author

Figure 1 shows the system configuration diagram of the proposed defect detection system. It is a system that detects defects using line scan cameras and machine vision software for real-time precise defect detection of manufactured products moving on high-speed continuous rolls. A surface inspection system has been established to identify and solve problems in real time in the manufacturing of materials. Figure 2 shows the actual system developed.

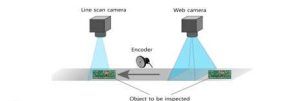


Fig. 1. Configuration diagram of the proposed system



Fig. 2. Implemented of the proposed quality control support system for rapidly moving products

The system consisted of five detailed components as shown in figure 3. Detailed device are as follows. A line scan camera to scan real-time high-speed moving objects, a lighting device with adjustable brightness, a front-mounted webcam to trigger a line scan camera to obtain images of products supplied irregularly, and an encoder which is used to figure out the speed detection of the conveyor belt.

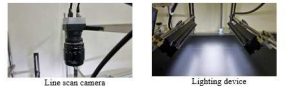


Fig. 3. Detailed components of the system

Deep Learning based Preprocessing Technique for Detection of Defect Images from a Line Scan Camera

Byungchul Kim, Seonmin Hwang¹, Youngil Kim¹, Heungsung Kim¹,
 Kyungdeak Jeong², Kyunggi Jeong², MoonSun Shin^{1*}
¹Department of ICT, Baekseok University, Cheonan, Korea
²Affiliated Research Institute, Baekseok Co., LTD, Cheongju, Korea
³Dept. of Nursing, Chungbuk University, Cheongju, Korea
⁴Department of Computer Engineering, Konkuk University, Chungju, Korea
 *E-mail: bckim@bu.ac.kr

Abstract

Recently, trends in high-precision, high-speed shooting, and miniaturization are emerging in the machine vision field, and development and research of machine vision are also actively underway, and are utilized for quality control such as defect detection in various fields such as electronics and semiconductors, printing, metal, food, and packaging.

In this paper, in order to detect PCB defects, many images of good and defective products were obtained and these images were used to learning model based on deep learning. A line scan camera was used to photograph the test object for defect inspection. The contribution of our study was recovering the speed and quality of image acquisition and image pre-processing. Many experiments were performed to improve the quality control, and we present the results of experiments and improvement plans.

Index Terms machine vision, line scan camera, image processing, deep learning, AI

I. INTRODUCTION

Machine vision is widely used in industrial sectors such as automobile, home appliances, rubber, plastics, pharmaceuticals, glass, machinery, and solar panel manufacturing and in non-industrial sectors such as healthcare, post and logistics, intelligent transportation systems (ITS), security and surveillance, agriculture, and autonomous vehicles [1, 2].

In particular, real-time inspection and rapid feedback on inspection results are required for defect inspection of objects that are mass-produced, such as semiconductor components and PCBs, and inspected objects moving quickly through conveyor belts [2].

In this paper, we designed an image processing system which can be used in the process of obtaining images of the inspected object and developed hardware device and controlling SW program.

II. SYSTEM MODEL AND METHODS

The overall research covered by this paper includes the development of a conveyor belt-type line scan camera mounting frame, a trigger module that notifies the shooting start point, an image processing module, the AI engine for deep learning and defect detection, and an integrated operation platform. Among them, the image processing field is a very important process for improving processing speed and accuracy as a preliminary activity for full-scale defect detection AI applications, and we conducted research on major issues. The Fig. 1 is a prototype for detecting inspected objects using a line camera [4, 5].

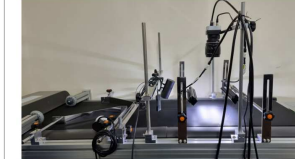


Fig. 1. Prototype defect inspection using line scan camera

III. RESULTS

We conducted the following four studies on image processing methods for fast defect image detection.

1. How to extract objects from the whole image
2. Solution to image distortion problem
3. Image uniformization method for detecting defect images
4. Object image alignment using Average Hash Matching method

The Table 1 summarizes the research methods and results.

Table 1. extracts and results for image processing

- How to extract objects from the whole image
- Blank and white processing, Binarizing, and then thresholding
- Improved efficiency by reducing detection operations(counts)



[2021년 트리거 관련 논문(ICFICE2022)]

Design and development of a precision defect detection system based on a line scan camera using deep learning.

Byungchul Kim¹, MoonSun Shin^{1*}, Seonmin Hwang², Youngil Kim¹, Heungsung Kim¹ and Kyungdeak Jeong³

¹Department of Information and Communication, Baekseok University, Cheonan 31000, Korea
²Department of Computer Engineering, Konkuk University, Chungcheong-do 27000, Korea
³Department of Computer Engineering, Konkuk University, Chungcheong-do 27000, Korea
 *E-mail: bckim@bu.ac.kr, mshin@bu.ac.kr, h2009@gmail.com

Abstract With skills in manufacturing and product development paradigm within the domestic market, the operation of enhancing technological competitiveness, design, and other soft power elements has become increasingly prominent. In particular, the traditional manufacturing system, most are relying on long-time manufacturing, providing digital transformation and AI and digital manufacturing (DM) to raise productivity and result rate through automation and intelligence. Key development trends such as high-resolution imaging, high-speed system, and miniaturization are progressing. In the field of machine vision, research and development of vision systems for defect detection and quality control are being implemented across industries including electronics, pharmaceuticals, printing, metals, food and packaging, where machine vision technology enables high-speed data detection and advanced quality management. Consequently, small and multi-headed manufacturing competition are increasingly demanding strict factory selection to greatly control energy to generate robust and accurate computer vision. In this paper, we design and develop a high-speed defect detection system based on a line scan camera using deep learning, especially intended for small and medium sized manufacturing enterprise production products and components. The camera is positioned for side view imaging, allowing the detected trajectory of the conveyor moving and taking quality on PCBs. The target object is related to capture image from multiple angles. To detect defects on PCBs, the camera software can know images often flows and defective products to scan a deep learning model. An AI engine generates through deep learning process to then applied to conduct defect inspection. Various experiments were performed to optimize inspection performance by testing image acquisition method, image processing techniques and speeds, securing a time shorter than deep learning, and conducting additional training to improve system performance. These results are expected to be highly beneficial for the precision quality management needs of small and medium-sized enterprises.

Keywords Intelligent Inspection, Semiconductor Quality Management, Line Scan, AI

1. Introduction
 Recently, as we enter the era of the 4th industrial revolution, the social, technological, and environmental changes in the manufacturing industry are evolving significantly. Product life cycles are shortening and consumers' needs are diversifying, requiring customized production. As the core structure shifts from manufacturing to service manufacturing, including information and communication technology (ICT), traditional manufacturing is being replaced by service-oriented, and a paradigm shift to smart manufacturing is taking place. A smart factory refers to an advanced intelligent factory that integrates the entire production process from product planning to design, production, distribution, and

[2023년 이미지 전처리 관련 논문(ICFICE2024)]

Figure 4 shows the software architecture of the line scan camera-based defect detection system. When the controller was the rotation angle and activates the system, the line scan camera module initiates operation and triggers the camera. At the first angle, the camera captures an image as it moves. When it reaches the endpoint, the line scan camera to the preset angle, and the line scan camera captures another image on its return to the starting point. The images captured during the return are saved after vertically flipped.

Software Architecture of Line Scan Camera-based Defect Inspection System

Figure 5 shows a prototype of a movable defect inspection device using a line scan camera for side-view imaging. The control system calculates the camera's movement speed (forward and return speed) to determine the trigger and capture speed. The image stabilization system is a module that performs image preprocessing. Depending on the camera's movement direction, it performs certain preprocessing steps, such as vertical or horizontal flipping of the captured image and extraction of specific inspection targets. After image processing, the AI defect detection AI engine inspects the images to detect items whether they are good or defective. The defect detection management system performs integrated management of defect detection through real-time monitoring, data collection for historical management, and other functions.

Figure 6 shows a prototype of defect inspection using line scan camera.

Figure 8 shows seven types of collected defect datasets. (a) shows only soldering and no component mounting; (b) shows that too much solder is applied to the left part of the middle component. Excessive soldering can cause side effects such as short circuits by connecting to surrounding components; (c) shows a defect in which solder that should be separated are combined and short circuited; (d) shows a defect in which foreign material is included during the soldering process; (e) shows a defect in which the soldering part is separated from the board during the cooling process after soldering; (f) shows a defect in which the soldering area is damaged; (g) shows a defect in which soldering is performed while the component position is wrong.

Table 1. Composition of the PCB Defect Dataset

| Component | Solder | Bridge | Material | Linted | Scratch | Misalignment | Total |
|-----------|--------|--------|----------|--------|---------|--------------|-------|
| Num | 1023 | 1083 | 1008 | 1020 | 1055 | 1004 | 7193 |

[2024년 MDPI 논문]