

Edge AI 기반 VSL 상태감시 모니터링 시스템 개발

2025. 6. 18(수)

□ 목 적

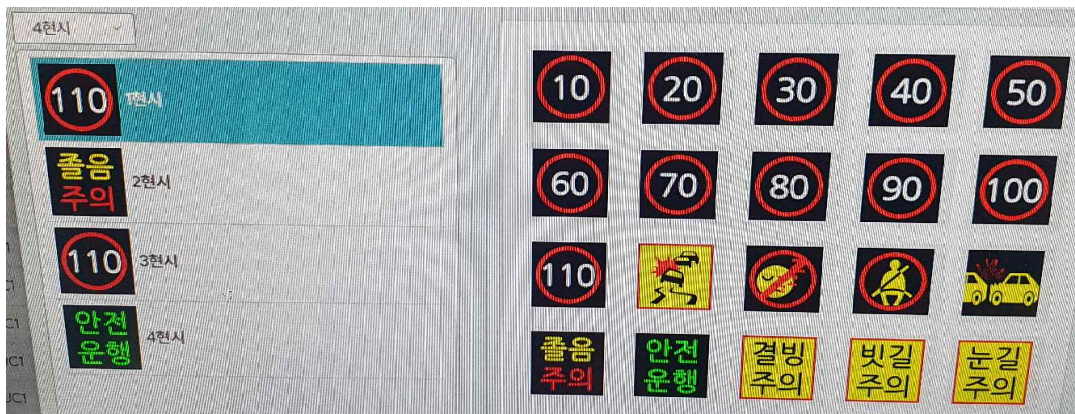
- VSL의 동작 및 표출상태를 상시 모니터링을 위하여 CCTV를 이용하여 표출 상태를 센터로 전송하고 있으나 통신 비용 증가로 Edge AI 기술을 이용하여 현장에서 상시 감시하는 AI 기반 관리 시스템 개발

□ 현황 및 문제점

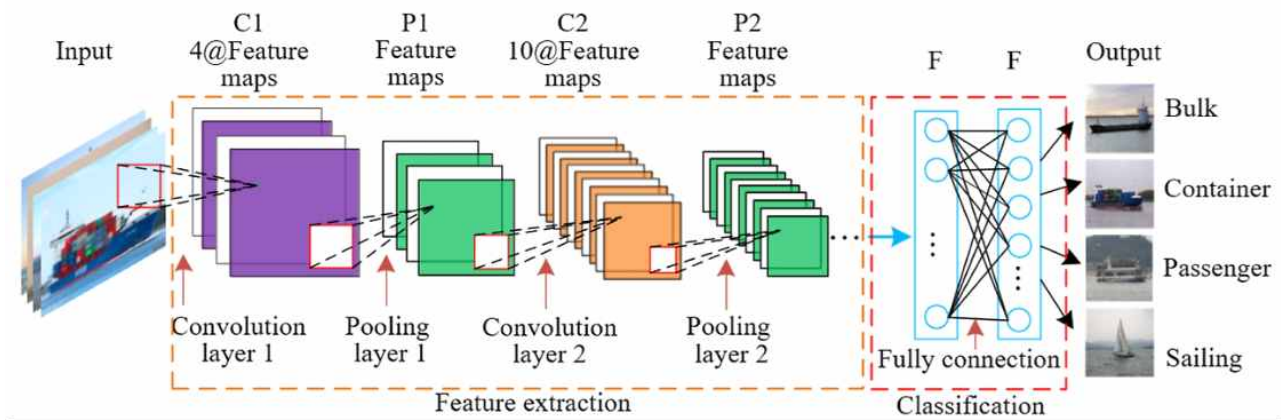
- VSL 관리 수량(1000대) 증가로 고장여부를 파악하기 어려움
- CCTV 영상 전송 비용 발생(영상 전송이 어려운 구간 용이)

□ 해결방안

- 기존의 설치된 CCTV 영상을 이용하여 AI 딥러닝(CNN)을 이용하여 정상, 불량 구분을 현장에서 Edge AI 기술로 쉽게 파악 가능
- 영상 획득(Frame 추출) - CNN Model(영상 분류) - 입 출력 비교



- 정상 분류 : 50개 이미지
- 불량 분류 : 특정줄(가로, 세로), 화면무, 화면불량율(깨짐 이상) 등
- 보고서 형태 : 정상/불량수량, 불량발생시간, 정상수리시간 등 표시



https://www.mdpi.com/applsci/applsci-09-04209/article_deploy/html/images/applsci-09-04209-g001.png

□ 시행방안 :

- 운영대상 : 현장 (현장서버1식, SW 1식, 현장 1대)
 - 광케이블이 설치되지 않은 국도, 지방도 구간 특히 유리
- 소요예산 : 50백만원
- 계약방법 : 여성기업, 수의계약

□ 향후계획

- 시스템 개발(3개월) ⇒ 시범 운영(2개월) ⇒ 확대방안 마련

1.9.1 CCTV 영상변환장치(기존 시방)

CCTV 영상변환장치는 운영단말의 영상저장 요청 명령을 수신하여, 운영자가 선택한 CCTV, VSL 웹카메라의 동영상을 정지(이미지) 영상으로 변환 및 저장하는 기능을 수행하여야 한다. 납품장비에 대한 정품사용 증명서 및 원제조사의 공급과 기술지원 확약에 관한 서류 각 1부를 제출하여야 한다.

(1) 주요기능

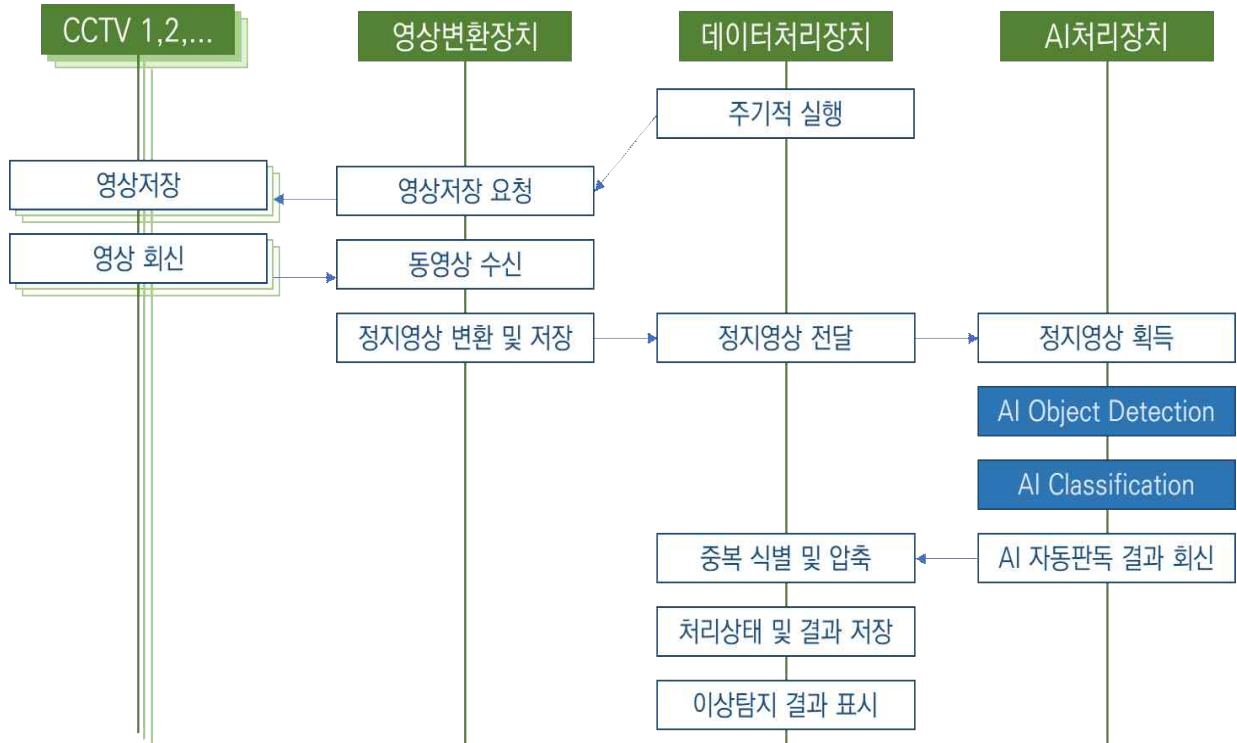
- CCTV, VSL 웹카메라 동영상을 정지영상(이미지)으로 변환
- 정지영상(이미지) 저장(최소 1년 이상 저장 가능)
- 운영단말과 연동

(2) 사양

구 분	세부사양	
CPU	Architecture	Intel Xeon
	Clock Speed	3.4GHz 이상
	L2 Cache	8MB 이상
	FSB	2066MHz 이상
	CPU 수량	8 Core x 1개 이상
Main Memory	128GB 이상	
그래픽카드	NVIDIA RTX 2080 Ti 이상	
Disk	1.92TB x 2개 이상(SSD) 3TB 10K x 2 (8개 이상 확장 가능) H/W 미러링이 제공되는 Boot용 Dual M.2 SSD 지원	
Disk Array Controller	RAID 0, 1, 5 지원(Cache Memory 2GB 이상)	
Media	DVD/CD-RW	
I/O	Serial 포트 1개 , 그래픽포트 1개 , USB 2.0 포트 1 개, USB 3.0 포트 2개 이상	
	Gigabit Ethernet Port 2개 이상, Bonding/Teaming 기능	
비디오출력	HDMI, DP, DVI 각 1Port 이상	
OS	한글 Windows Server 2019 스탠다드 이상(OEM 제외)	
Type	Rack 형	
전원	800W이상 듀얼 구성	

1.9.2 시스템 구성 방안

(1) 기능 구성



영상변환장치는 내부적으로 영상변환 장치, 데이터 처리 장치, AI 처리 장치로 구분된다. 데이터처리장치는 영상 변환 및 AI 처리 등 전체 처리를 제어한다. 영상변환장치에서 연결된 여러 대의 CCTV들로부터 영상 저장, 정지영상 변환이 실행되고 나면 정지영상을 AI 처리장치로 전송한다.

AI 처리장치에서는 VSL 주변이 함께 촬영된 정지영상으로부터 AI 객체인식(object detection) 처리로 VSL 영역만을 추출한다. 추출된 영상은 3차원 변환으로 평면 영상으로 표준화한다.

표준화된 VSL 이미지는 AI 이미지분류(image classification) 처리로 현재 상태를 확인한다. 현재 표출되어야 할 내용과 이미지분류 결과를 비교하여 정상 여부를 판별한다. 비정상 판별된 내용은 쉽게 식별할 수 있도록 결과를 표시한다.

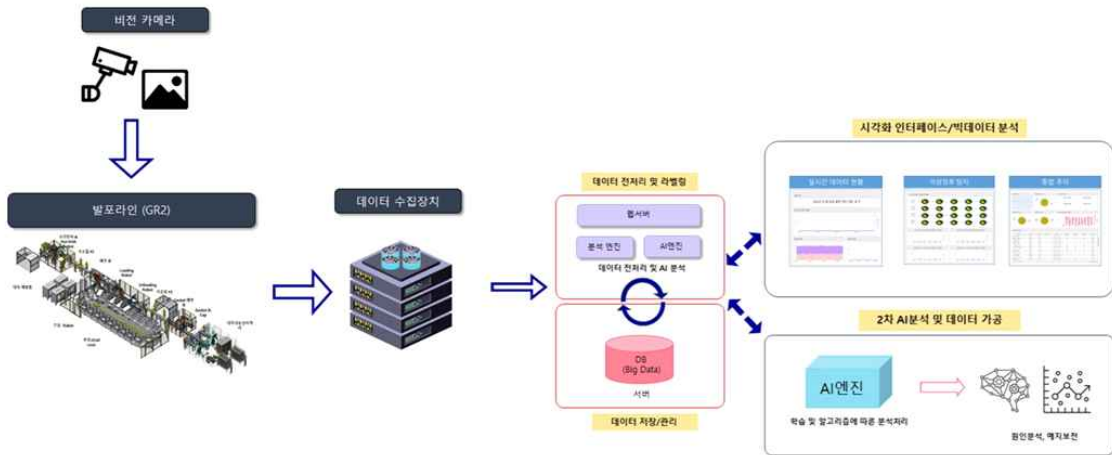
정상 분류 : 50개 이미지

불량 분류 : Dot 깨짐 10%이상, 특정줄(가로, 세로), 화면무, 화면불량을 등

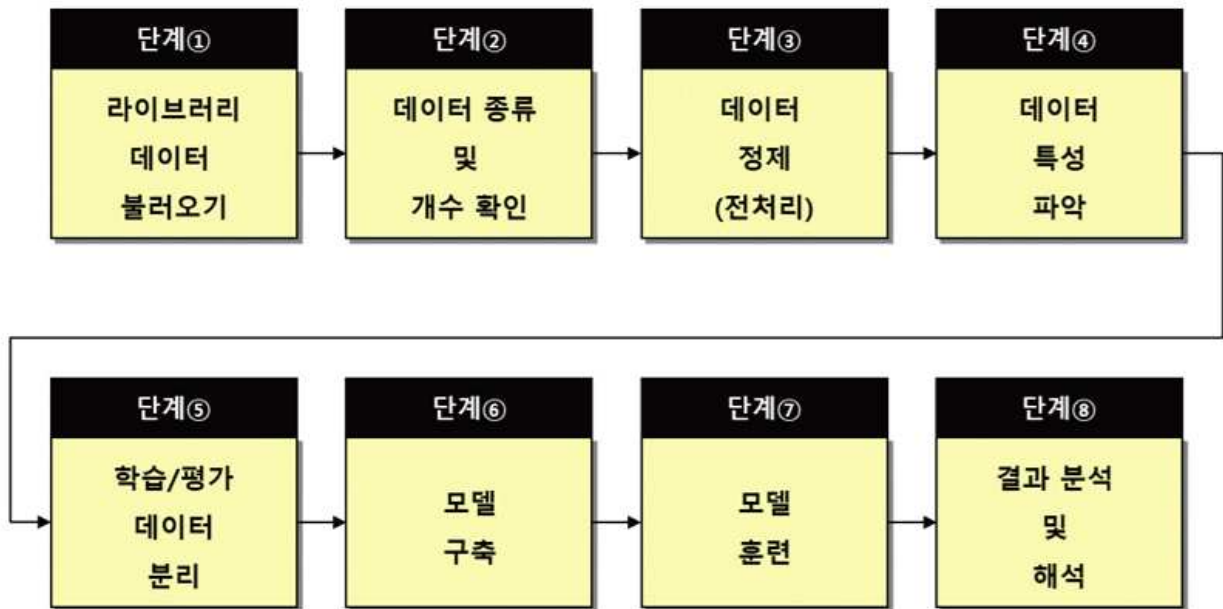
보고서 형태 : 정상수량, 불량수량, 불량발생시간, 정상수리시간 등 표시

CNN 기반의 알고리즘중 ResNet과 EfficientNet은 가장 효율적으로 사용되는 알고리즘으로 CNN에 대한 성능 개선을 통해 이미지 데이터에 대한 높은 분류 성능을 보여줌

- ResNet은 Skip Connect를 통한 학습 건너뛰기를 통해 기존 CNN이 가지고 있던 기울기 소실문제를 해결하여 성능 향상
- EfficientNet은 CNN의 Hyperparameter인 width, depth, resolution에 대해 동일 자원의 최적 분배를 찾아내어 가장 높은 성능을 내는 모델을 탐색



분석 단계별 Process



(2) VSL 모니터링 시스템 기능 구성

VSL 모니터링 시스템의 기본 기능은 현황을 쉽게 확인할 수 있는 대시보드이며 일상 점검 및 구체적 내용을 확인할 수 있는 화면들을 추가 제공한다. 개발 기간 중 현업의 필요

에 따라 필수 기능을 선별하고 요구사항을 확정하여 세부사항을 정의한다.

○ 대시보드

- 기본정보 및 통계정보를 표시
- 기관명, 기관코드 등 기관 정보
- VSL 전체 수량, 업체별 수량, 정상, 비정상(불량, 고장, 네트워크 오류 등)
- 모니터링 이벤트 최근 목록
- 중요 이벤트 표시 (팝업 알람)

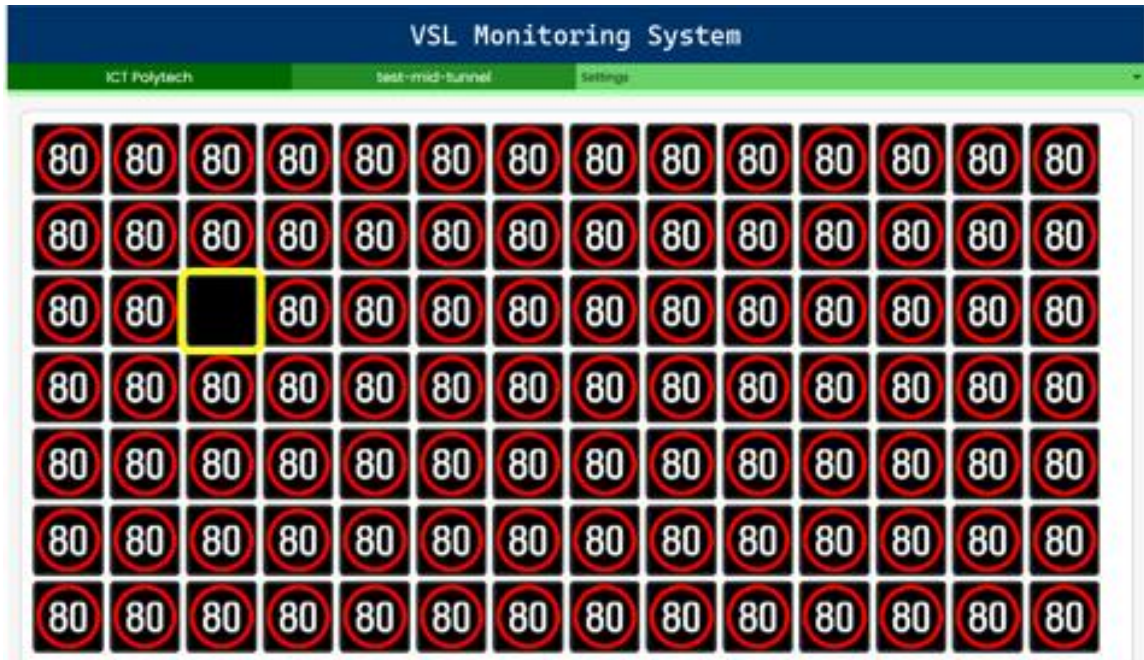
○ VSL 상태 지도 조회

- 지도로 영역을 선택하면 해당 지역의 VSL 위치를 표시
- 지도 화면에 VSL 상태에 따라 색상으로 표시
- 정상 상태는 청색으로, 부분 비정상은 황색으로, 전체 고장은 적색으로 표시
- 지도 조회 화면 예시



○ VSL 상태 목록 조회

- VSL의 전체 목록을 표시하되 속성값에 따라 정렬함
- 정상 여부, 비정상 정도, 설치 연월, 수리 연월, 크기, 모델명 등 (VSL 관리정보들 포함)
- 이미지 모아보기 화면 예시



○ 모니터링 상태 조회

- VSL 모니터링 시스템의 처리 현황 및 이벤트 발생 상황을 표시
- 이벤트는 아래와 같이 구성하며 필요에 따라 변경된 요건을 적용
 - VSL 식별 오류 : CCTV 이미지에서 VSL을 찾아내지 못한 경우
 - 모니터링 시스템 상태 : 모니터링 정상, 네트워크 오류, CCTV 오류 등의 상태 변경시
 - VSL 상태 변경 : 네트워크 오류, CCTV 오류, VSL 정상, 비정상, 고장 등 상태 변경시

○ VSL 개별 조회

- 개별 VSL에 대하여, 표출하여야 할 이미지와 실제 표출중인 이미지를 비교하고, 인공지능의 판단 결과를 함께 확인할 수 있는 상세 페이지
- 다른 화면에서 개별 VSL을 클릭할 때 개별 조회 화면으로 연결되도록 편의성을 제공

○ 인공지능 추론 통계

- 최근 CCTV 영상에서 VSL 이미지 추출 건수 및 성공 비율
- 최근 VSL 이미지의 분류 건수 및 각 결과 갯수
- 비정상 판단 결과의 이미지 목록

CCTV 영상으로부터 이미지를 추출하고, 추출된 이미지에서 VSL 영역을 식별하여 이미지를 생성하여 저장합니다. 저장된 이미지로부터 정상 여부를 판별하여 자동 모니터링 합니다.
각 VSL 별로 개당 3~5초 이내 VSL 이미지 식별 및 인공지능 처리하는 경우, 1분 주기 저장 시 12~20개소를 통합관리 할 수 있습니다.

(3) 자원 추정

- VSL 판독에 충분한 720p(1280×720) 해상도로 촬영하는 것을 가정함.
- 동영상 스트리밍을 H.264 압축 하는 경우 30fps로 처리하면 75Mbps의 데이터 대역폭이 필요하며 1일 약 810GB 데이터가 발생함.
- 정지영상의 경우 JPEG 압축 가정시 약100KB이고, VSL-CCTV 50대를 이미지 처리 한다면 5MB 이므로 초당 1장씩 처리시 100Mbps 네트워크의 50%를 점유함.
- 초당 5MB의 경우 1일 약 432GB 의 데이터가 발생하므로, 데이터 수신 버퍼링 및 이 중화 저장 고려시 약 2일간 전체 데이터를 보존 가능하며, 중복 저장 자동 삭제 기능 수행시 저장 기간을 약 1개월 이상 증대할 수 있음.