

**2023학년도 2학기**  
**캡스톤 디자인 교과목**  
**캡스톤 디자인 결과보고서**

소 속 (전공)	컴퓨터공학과	
팀 명	샌드위치	
지 도 교 수	(인)	
팀 장	학번: 18011881	이름: 김정민
팀 원	학번: 19011579	이름: 서해영
	학번: 19011554	이름: 하소영
	학번: 18091248	이름: 신민기
제 출 일 자	2023.12.07	

**세종대학교 공학교육센터**

## 최종보고서

### 1. 개발 목표

자동차 제조업에서 제품의 품질과 안전성을 높이는 것은 매우 중요하다. 부품의 품질 결함은 차량의 안전성, 내구성, 성능 등과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 이러한 결함으로 발생하는 시간 소요, 안전 사고, 추가 비용은 소비자와 생산자 모두에게 부정적 영향을 미친다. 뿐만 아니라 외관 불량 또한 중요하다. 차량 외관 불량은 소비자 입장에서 제조사에 대한 신뢰를 저해시키고 AS와 같은 추가 비용을 야기할 수 있다. 따라서 자동차 산업에서는 제품의 품질과 안전성 뿐만 아니라 외관 품질도 높이는 것이 매우 중요한 과제이다. 만약 인공지능을 활용해 차량 외관 부품 불량 판단에 대한 의사결정을 하게 된다면, 부품 검사 결과에 대해 안정적인 신뢰성을 확보할 수 있을 것이고 그 과정에서 자동화된 시스템을 구축해 투입되는 노동 비용도 절감할 수 있다. 이 같은 배경으로 우리는 AI 허브 데이터를 모델에 학습시키고, 이를 활용한 차량 외관 검사 자동화 플랫폼을 개발하고자 한다. 불량 사유 중 스크래치, 단차 등 부품 외관 불량에 집중하고 이미지를 활용해 부품 불량 판단을 자동화 할 것이다.

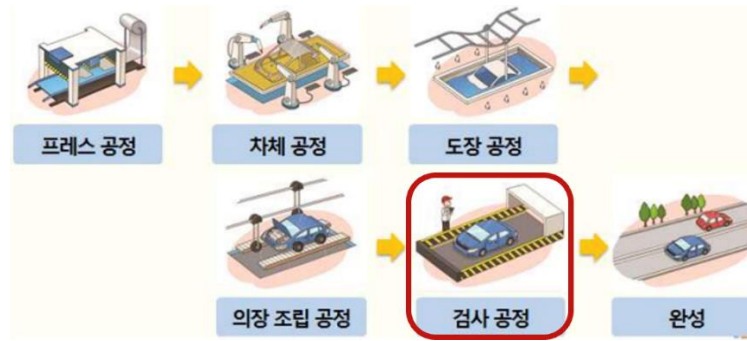
### 2. 설계 사양서

#### ① 제안서

##### 1) 개발 배경 및 중요성

자동차 산업에서는 제품의 품질과 안전성을 높이는 것이 핵심 목표다. 부품의 품질 결함은 차량의 안전성, 내구성, 성능 등과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 이러한 결함으로 발생하는 시간 소요, 안전 사고, 추가 비용은 소비자와 생산자 모두에게 부정적 영향을 미친다. 뿐만 아니라 외관 불량 또한 중요하다. 차량 외관 불량은 소비자 입장에서 제조사에 대한 신뢰를 저해시키고 AS와 같은 추가 비용을 야기할 수 있다. 따라서 자동차 산업에서는 제품의 품질과 안전성 뿐만 아니라 외관 품질도 높이는 것이 매우 중요한 과제다.

만약 인공지능을 활용해 차량 외관 부품 불량 판단에 대한 의사결정을 하게 된다면, 부품 검사 결과에 대해 안정적인 신뢰성을 확보할 수 있을 것이고 그 과정에서 자동화된 시스템을 구축해 투입되는 노동 비용도 절감할 수 있다.



▲그림 2.1.1 자동차 검수 과정 이미지

이 같은 배경으로 우리는 딥러닝 AI 모델을 활용한 차량 검수 자동화 플랫폼을 개발하고자 한다. 불량 사유 중 스크래치, 단차 등 부품 외관 불량에 집중하고 영상 미디어를 활용해 부품 불량 판단을 자동화할 것이다. 이를 통해 차량에 대한 품질 신뢰성을 확보해 소비자로 하여금 외부 업체에 신차 검수를 맡기는 수고로움을 덜고 생산자에게 생산 요소 투입 비용을 절감하고 품질 신뢰성을 확보해 시장 경제성을 높이고자 한다.

## 2) 개발 목표

- 도어, 라디에이터 그릴, 루프사이드, 범퍼, 테일 램프, 헤드 램프, 휠더에 대한 외관 손상을 판단하기 위한 AI 모델을 학습 및 구현한다



▲그림 2.1.2 휠더 부품의 단차 학습 예시

데이터 분류	
대분류(부품)	소분류(불량유형)
도어	스크래치
	외관 손상
라디에이터 그릴	단차
루프사이드	장착 불량
배선	고정 불량
범퍼	스크래치
카울커버	고정핀 불량
	연계 불량
커넥터	유격 불량
	체결 불량
테일 램프	단차
프레임	외관 손상
	실링 불량
	헤밍 불량
	홀 변형
헤드 램프	단차
휠더	외관 손상
	단차

▲그림 2.1.3 자동차 부품 불량 데이터 분류

- 이미지를 업로드하고 불량 판단 결과 이미지를 응답 받기 위한 웹 서비스 환경을 구축한다.
- 플랫폼 사용 매뉴얼이 간단한 유저 인터페이스를 설계한다.
- 불량 판단과 함께 일별 차량 불량 누적 보고서를 제공하고 각 차량에 대한 상세 검수 결과를 볼 수 있도록 구현한다.

### 3) 차별성

- 간단한 플랫폼 사용 매뉴얼
- 정확도 개선
- 보고서 자동화

### 4) 기대 효과

#### (ㄱ) 품질 향상 및 결함 감소

인공지능 모델을 활용하여 범퍼나 도어 등 자동차 외관 부품 불량을 캐치해 제품의 품질을 향상 시킨다.

#### (ㄴ) 생산 비용 절감 및 생산 효율성 향상

차량 외관 품질 관리 자동화를 통해 생산 프로세스에 대한 노동 비용을 절감할 수 있다. 검수 불량으로 인해 생기는 추가 수리 비용 역시 줄일 것으로 기대할 수 있으며 전반적인 생산 효율성을 높인다.

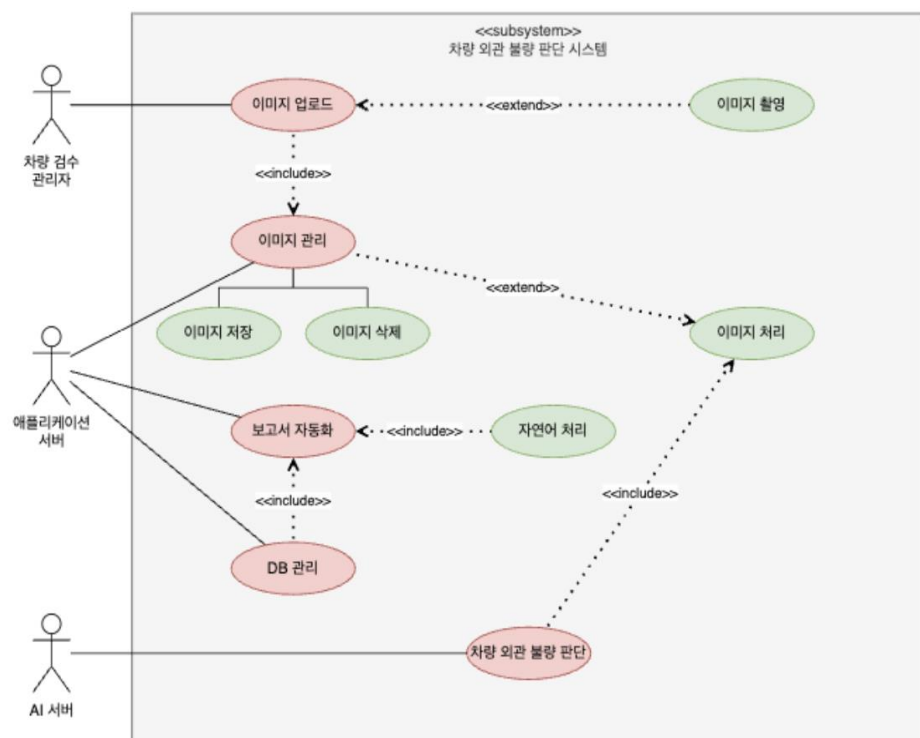
#### (ㄷ) 품질 신뢰성 향상

데이터 기반의 의사 결정을 통해 차량 외관 품질에 대한 균 일한 신뢰성을 갖는다. 이러한 일관성은 장기적으로 제조사 브 랜드 평판을 높일 것으로 기대한다.

## ② 유스케이스 다이어그램

(ㄱ) Actor 목록

Actor	구분	설명
생산직 종사자	시스템사용자	이미지 업로드, 결과값 관찰
애플리케이션 서버	시스템SW	이미지 관리, 애플리케이션 시스템 서버
AI 서버	시스템 AI 서버	이미지 처리, 차량 불량 판단 주체



### ▲2.2.1 차량 불량 검사 시스템 유스케이스 다이어그램

## (ㄴ) 사건흐름

- 기본흐름

- A. (유저) 이미지 업로드
  - i. 차량 번호 입력
  - ii. 파일 업로드 버튼 클릭
  - iii. 업로드할 이미지 8장 선택
- B. (프론트 엔드) 이미지 애플리케이션 서버로 전송
- C. (애플리케이션 서버) 이미지 형식 확인
  - i. 잘못된 파일 형식일 경우 예외 생성
- D. (애플리케이션 서버) AI 서버로 외관 검수 요청
- E. (AI 서버) 한 이미지 당 불량 외관 검출
  - ii. 불량 부분을 바운딩 박스로 표시
- F. (AI 서버) 불량 판단 결과 이미지 애플리케이션 서버에 전송
- G. (애플리케이션 서버) 결과 이미지 스토리지에 저장
- H. (애플리케이션 서버) 저장된 이미지 url 추출
- I. (애플리케이션 서버) url을 프론트 엔드에 전송
- J. (프론트 엔드) 유저에게 결과값 제공
- K. (유저) 결과값 관찰

- 사전조건

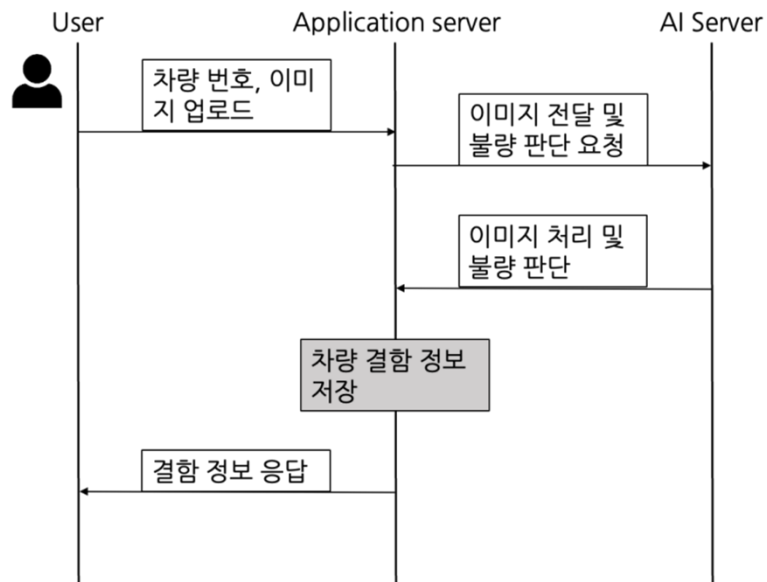
- A. 유저는 자동차 외관을 8방향에서 찍은 이미지 8장을 준비한다.

## ③ 데이터 맵

Data Name	자료형	크기	설명
carNumber	String	10B	자동차 품번
imageList	List<MultipartFile>	1MB이하	Request 자동차 이미지
encodedImages	List<String>	1MB이하	Ai에서 검증한 자동차 이미지를 base 64 인코딩한 형태
imageUrlList	List<String>	400B	검증 결과 이미지 URL
scratch	List<String>	4B	스크래치 개수
installation	int	4B	장착 불량 개수
exterior	int	4B	외관 손상 개수
gap	int	4B	단차 손상 개수
totalDefects	int	4B	단일 차량 외관 불량 총 개수
createDate	LocalDate	4B	검수 날짜

- 불량 개수와 이미지를 json으로 같이 보내주기 위해 문자열로 인코딩하는 base 64 인코딩 사용

#### ④ 시퀀스 다이어그램



▲그림 4.1 차량 검수 데이터 흐름도

### 3. 요구사항 대비 시스템 구현 내용

- ① 첫 요구사항을 실현 가능한 정도로 책정하여 시작하였으나 진행 과정 중 보고서 자동 생성 기능에 대한 구조가 바뀌어 자연어를 통해 생성이 되는 것이 아닌 셀 형식의 보고서로 변경되었다. 이렇게 변경되어 구현하지 못 한 점을 제외하고는 대부분 구현 되었으므로 최종적으로 요구사항 대비 시스템은 90% 정도 구현 완료 되었다.

#### 4. 개발 추진 내역

① 역할 분담

- Frontend(서해영)
  - UI/UX 디자인 및 구현
  - User의 업로드 이미지에 대한 결함 정보 제공 기능 설계 및 구현
- Backend(김정민)
  - 섹션 간 요청 응답 api 구현
  - AI 서버 배포
- Backend(신민기)
  - DB ,API 서버 설계 및 구축
  - api 개발
  - 이미지 스토리지 구축, 이미지 저장 및 삭제 로직 구현
- AI(하소영)
  - Pytorch와 Tensorflow를 이용해 Model 학습
  - 학교에서 제공하는 AI 서버를 통해 Model 배포
  - Yolov5 Model을 이용해 학습 진행

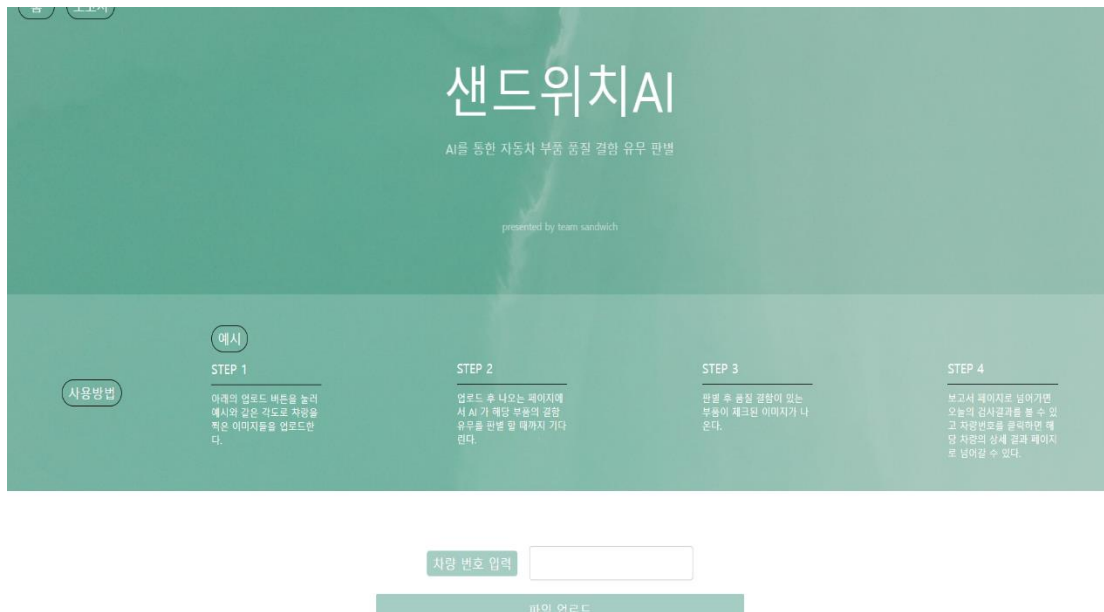
② 계획 대비 개발 추진 결과



	1주차	2주차	3주차	4주차	5주차	6주차	7주차	8주차	9주차	10주차	11주차	12주차	13주차
주제 선정 및 제안서 작성													
계획 수립 및 기존 연구 조사													
DB 설계													
개발환경 구축													
서버 구축													
UI / UX 디자인													
API 회의													
불량 판단 기능 구현													
레포트 기능 구현													
부품 불량 판단 모델 학습 및 구현													
데이터 전처리 작업													
영상 이미지 스토리지													
통합 테스트													

▲그림 4.2 추진 내역 간트 차트

## 5. 개발 프로그램



▲그림 5.1 프로그램 첫 화면



▲그림 5.2 차량 상세 검수 결과 페이지

홈

보고서

2023-11-30

날짜선택

총 검사 개수: 13개 불량 차량 개수: 10개

다운로드

인덱스	차량번호	단차	외관손상	스크래치	장착불량	총갯수
1	a1b1c1	0	0	0	0	0
2	호 1 1 1 1	0	0	0	0	0
3	klnb	0	0	10	0	10
4	kjhklgchxg	0	2	6	2	10
5	test33322	0	0	6	0	6
6	a1a1a1	0	0	10	0	10
7	b1b1b1	0	0	0	0	0
8	q1q1q1	0	0	10	0	10
9	dfgdhsaDFGHLOAGHLKEW4	0	0	10	0	10
10	test333221	0	0	6	0	6
11	dateTest2	0	0	6	0	6
12	dateTest3	0	0	6	0	6
13	dateTest4	0	0	6	0	6

▲그림 5.3 일별 보고서 페이지

## 6. 설계 구성 요소

설계	목표	사용자의 입장에서 어떤 부분이 어떻게 들어가면 편리할 지를 먼저 생각했다. 이
구성	설정	걸 토대로 들어갈 기능을 선택하고, 개발 가능성을 고려해 최종 목표 기능을 확

요소		정했다.
	합성	멀티코어프로그래밍에서 배운 CNN, 데이터베이스에서 배운 SQL, 웹프로그래밍에서 배운 Javascript를 통해 프론트, 백, AI를 구현하였다.
	분석	사용자의 요구사항을 분석해 프론트, 백, AI의 세 가지 모듈로 분할해 작업을 수행하기로 결정했다. 프론트는 사용자 친화적 UI를 우선으로, 백은 데이터베이스 구축을 우선으로, AI는 딥러닝 모델을 학습시키는 데 초점을 맞추고 진행하기로 하였다.
	제작	유스케이스 다이어그램을 작성했다. 사용자 요구사항을 세부적으로 분석해 단계별로 나누고, 사전/사후 조건을 설정하고, 시스템의 가장 기초가 되는 UI까지 구상을 완료했다.
	시험	준비 되어있는 테스트 이미지로 시스템이 잘 돌아가고 있는지 시험했다. 총 24장의 이미지를 사용해 모델이 부품 결함을 잘 탐지해내는지, 서버 간 이미지가 잘 전송이 되는지, 유저에게 원하는 정보를 우리가 설계한 방식으로 보여주는지 확인했다. 딥러닝 모델의 정확도가 우리가 생각한 것보다 낮아 추가 학습을 진행했다.
	평가	검증 데이터셋을 통해 모델의 성능을 평가했다..
제한 조건	산업 표준	기존의 표준 존재하지 않음
	경제성	관리자가 유지 보수가 쉽도록 코드를 작성
	안정성	예외 처리와 사용자가 어떤 버튼을 눌러야 해당 기능이 작동하는지 알기 쉽게 버튼을 디자인하여 시스템의 안전성을 갖췄다.
	미학	웹 플랫폼에 맞는 유저 인터페이스를 구성하였다. 또한 사용자가 프로그램 사용법을 알기 쉽도록 사용 방법을 첫 화면에 명시하였다.

## 7. 향후 개선 계획

해당 프로그램은 한 기업이 사용한다고 가정한 상태에서 만들어졌으나, 여러 기업이 사용하는 플랫폼으로 만들고자 한다면 여러 차량에 대해 동시에 검수가 이루어져야 한다. 이와 같은 경우에는 회원가입 등의 기능을 추가하여 각 회원 별로 검수를 할 수 있도록

개선 할 수 있을 것이다.

#### 8. 개발 과정에서의 문제점

개발 과정에서 초기에 기획했던 것과 달라지는 점이 발생하는 등 중간에 수정을 거쳐야 하는 일들이 생기는 문제점이 있었다. 그러나 처음에 구현하고자 했던 개발 목표를 실현하고자 노력하기 위해 더 개선할 수 있는 점을 찾아 보니 생기는 당연한 수정 사항이었다. 계획에서 조금 벗어났을 수는 있지만 초기 개발 목표 구현에는 한 걸음 더 가까워질 수 있는 사항이므로 긍정적인 효과였다고 생각한다.