

# 제조 공정에서 실시간 불량 제품 분류를 위한 딥러닝 프로젝트

deep learning project for defect classification in the  
manufacturing process

# FLOW OF CONTENTS

01

문제 설정

02

데이터셋 소개

03

딥러닝 모델 학습 및 평가

04

프로젝트 후기

# 문제 설정

## 프로젝트의 목표

제품의 양품/불량을 즉각 분류하는 컴퓨터비전 딥러닝 모델을 구현하여 품질 관리 공정을 자동화 하는 것이 목표입니다.

## 딥러닝이 필요한 이유?

딥러닝 모델을 활용할 경우, 육안으로만 진행하는 품질검사에 비해 개선되는 점은 다음과 같습니다.

1. 불량 제품 검출 정확도 향상
2. 품질 관리 공정 시간 단축
3. 인력과 인건비 절감
4. 반품, 교환, 환불 과정에 소모되는 비용 감소



# 데이터셋 소개

수중펌프용 임펠러(impellers for submersible pumps) 주조(casting) 공정의 최종 품질검사 이미지 데이터

<https://www.kaggle.com/datasets/ravirajsinh45/real-life-industrial-dataset-of-casting-product>

약 7000개의 300x300 이미지 데이터



임펠러란?  
유체의 압력과 흐름을  
증가시키는 데 사용되는 로터

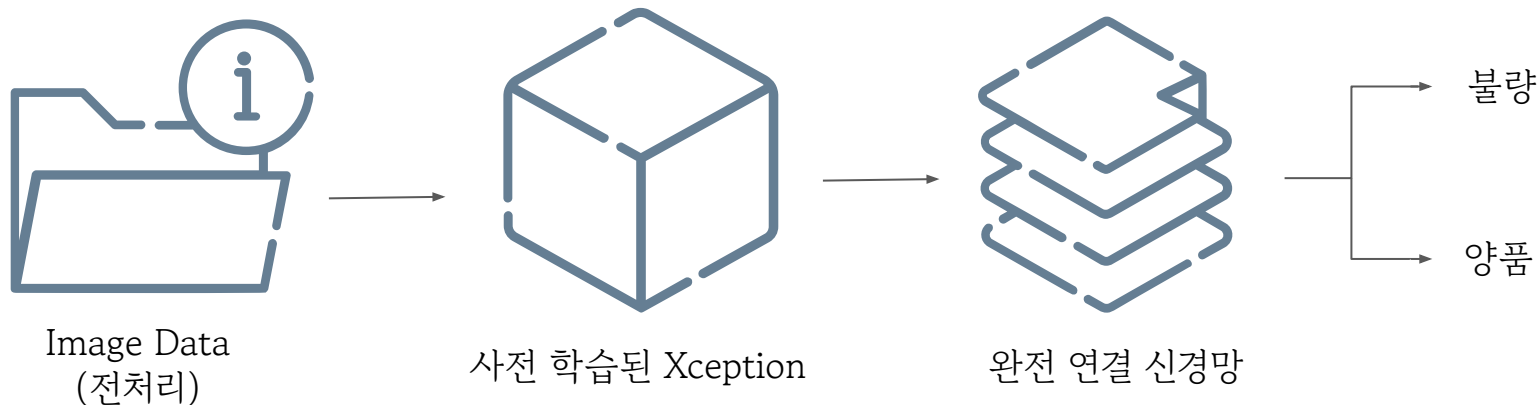


불량제품은 def\_front,  
정상제품은 ok\_front라고  
labeling이 되어있습니다.

이 데이터셋을 선택한 이유는?

1. 실제 인도의 한 주조 공장에서 직접 생성한 이미지 데이터입니다.
2. 딥러닝 학습을 위한 데이터의 양이 충분합니다.
3. 불량/양품으로 레이블링이 되어있어 지도학습에 사용하기 용이합니다.

# 딥러닝 모델 Architecture (전이학습)



## Xception 모델을 선택한 이유?

이미지의 공간적인 특성을 최대한 보존하기 위해서는 합성곱 레이어를 사용하는 CNN기반 모델을 사용하는것이 적합합니다.

저는 그 중에서도 Inception 모델의 발전형인 Xception모델을 선택하였습니다.

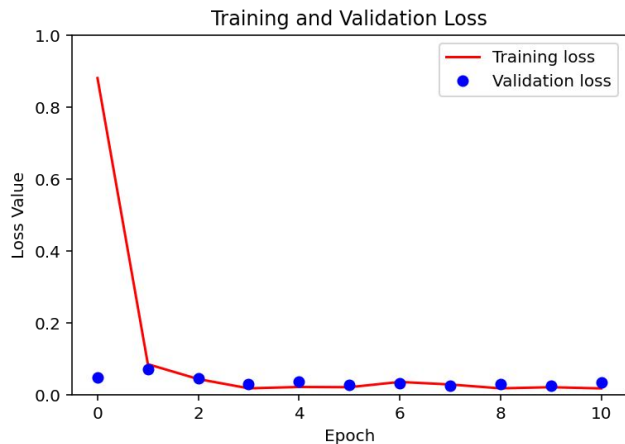
Xception모델은 자체용량이 적고 학습파라미터 숫자가 적은 편인데도, 여타 vgg나 resnet 모델들에 비해 이미지 분류에 보편적으로 좋은 성능을 보입니다.

따라서 모델 성능과 학습 속도 두 측면을 모두 고려하여 Xception모델을 선택했습니다.

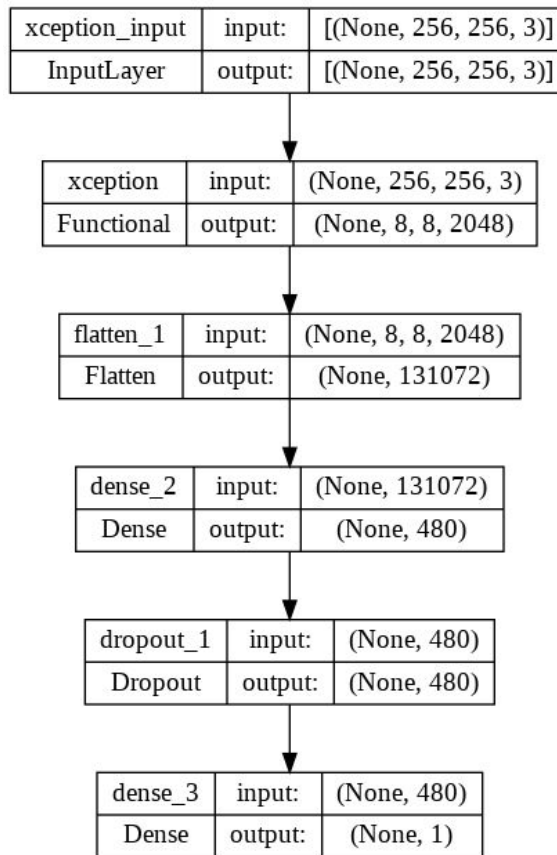
# 모델 하이퍼 파라미터 튜닝 & 학습

**kerastuner** 라이브러리를 사용하여  
완전 연결 신경망의 은닉층의 노드개수(units)와  
해당 은닉층의 dropout rate,  
두가지 하이퍼 파라미터에 대해 튜닝하였습니다.

최적의 하이퍼 파라미터  
units : 480, dropout rate : 0.2



학습 곡선 시각화



최종 모델 시각화

# 모델 평가

모델 평가 지표

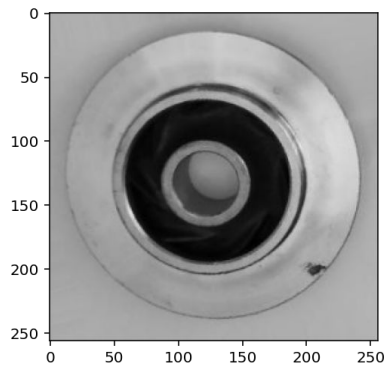
Train loss: 0.0169

Test loss: 0.0342

Train accuracy: 0.9941

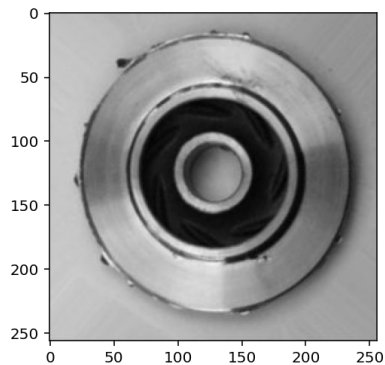
Test accuracy: 0.9888

학습에 사용하지 않은 이미지를 입력하여 예측값 확인(불량 제품)



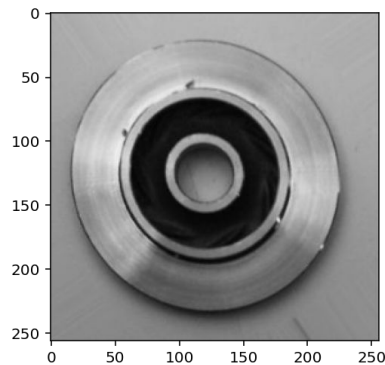
예측값 :  $[[2.6456664e-08]]$

예측 클래스 : def\_front



예측값 :  $[[2.9174356e-12]]$

예측 클래스 : def\_front



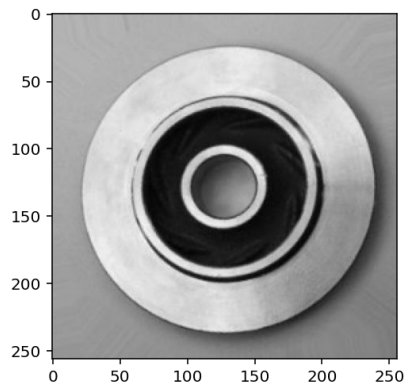
예측값 :  $[[3.8129368e-08]]$

예측 클래스 : def\_front

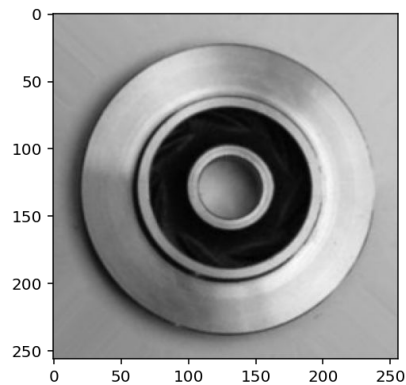


# 모델 평가

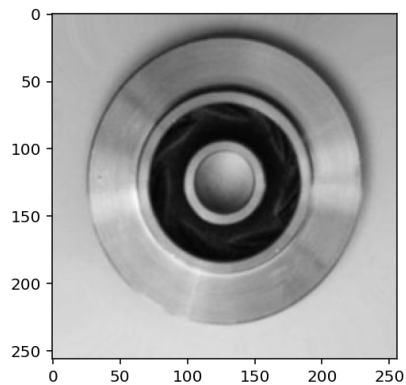
학습에 사용하지 않은 이미지를 입력하여 예측값 확인(정상 제품)



예측값 :  $[[0.99466383]]$   
예측 클래스 : ok\_front



예측값 :  $[[0.98745745]]$   
예측 클래스 : ok\_front



예측값 :  $[[0.99455875]]$   
예측 클래스 : ok\_front



# 프로젝트 후기

## 한계점

정지화상만을 사용하여 분류를 진행한 점이 아쉽습니다.

제조 공정 중에 실시간으로 결함 여부를 파악하기에는 동영상 데이터를 활용하는게 더 효율적일 것 같습니다.

다만 이번 프로젝트에서는 영상데이터를 구하는 것이 힘들고, 기술적인 부분에도 한계가 있어, 이미지를 이용한 모델로 진행을 하게 되었습니다.

## 추후 해결 방안

OpenCV 라이브러리로 영상을 처리하고 객체 탐지 (Object Detection) 모델을 활용한다면 동영상 데이터를 사용하여 실시간으로 제품의 결함 여부를 파악할 수 있는 모델을 제작 가능하지 않을까 생각합니다.

OpenCV와 객체탐지 모델에 대해 더 공부한 다음에 도전해보겠습니다.

감사합니다