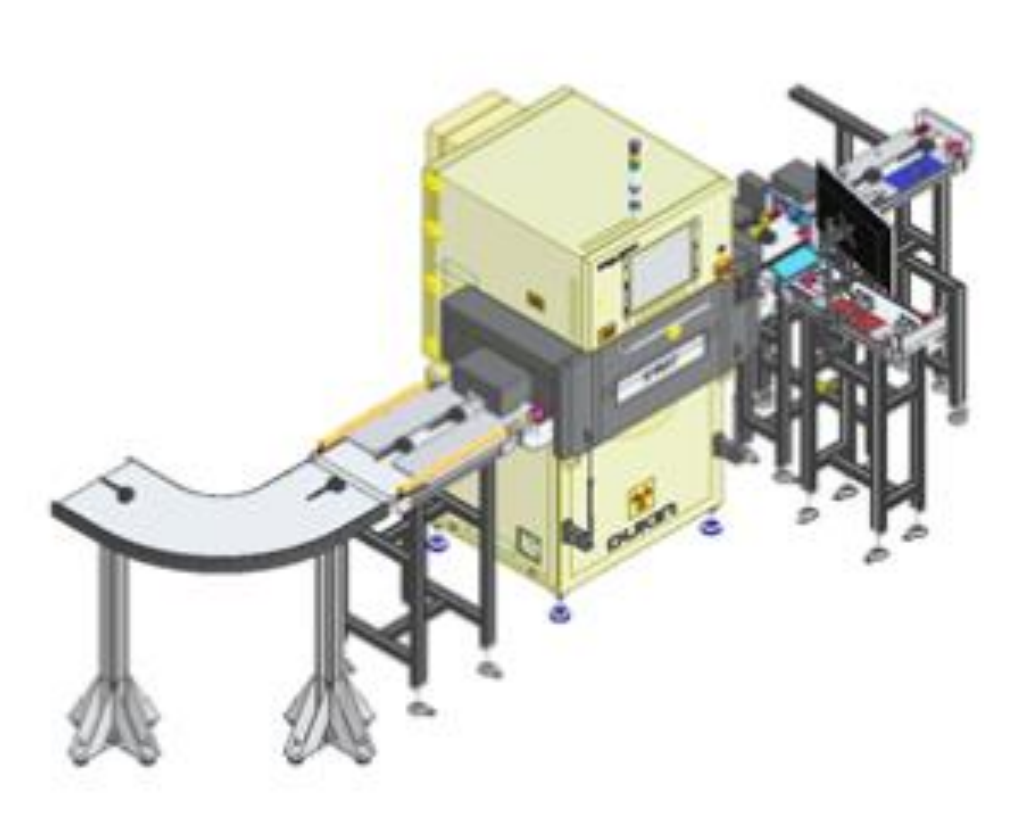
X-ray 검사장비 AI 데이터셋

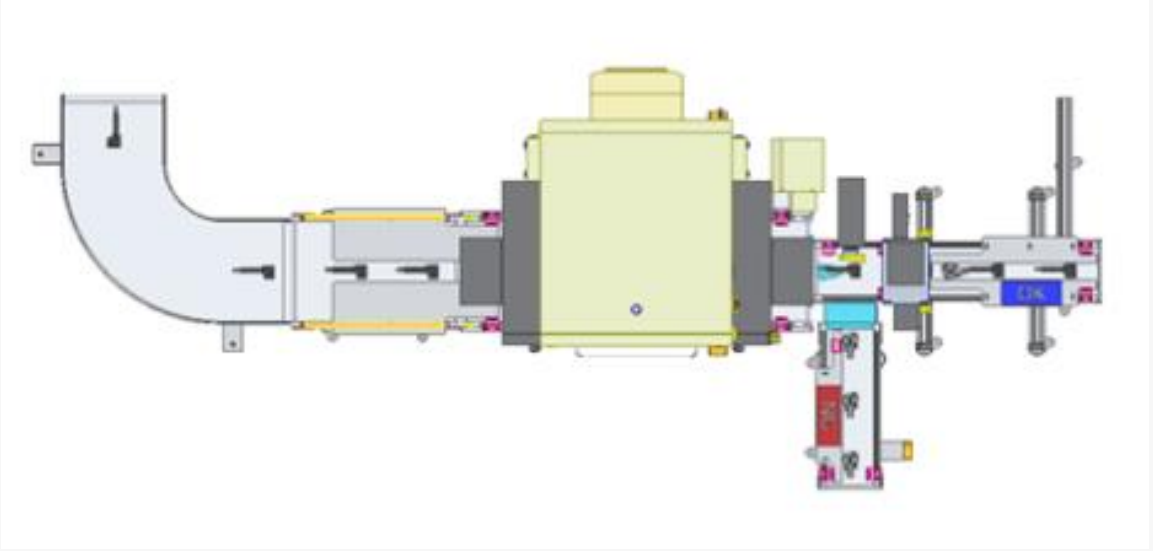
| 스마트팩토리 동아리 C조 |

목차

1. 분석 배경

1.1 설비종류 : X-ray 검사기





- 엑스레이 투사를 통해 내부상태를 확인
- 금속 및 이물질 포함 여부 검출
- 포장 공정 마지막 단계에 주로 사용

1. 분석 배경

1.2 공정 상의 이슈

- 생산라인의 마지막 단계이므로 판정오류가 없는 것이 매우 중요
- 이중 삼중 검사를 하게 되면 미검, 과검의 문제 여전히 발생
- 생산흐름, 작업동선, 중복작업으로 인한 비용낭비 야기
- 장비의 기술적 한계 -> 모든 불량을 발견하지 못할 가능성 존재

2. 분석 목표

→ 검사장비를 교체하지 않으면서 기술적 한계를 보완 해야함

검사장비로 부터 X-ray 이미지 수집

↓

이미지로 부터 결함종류 라벨링 작업

↓

YOLO v3 모델을 통해 포장제품의 양품/불량품을 정확하게 판정

3. 제조 데이터 소개

3.1 데이터 수집 방법

- 제조 분야 : 분무건조공법을 이용한 분말유크림 제조
- 제조 공정명 :포장공정 비전검사 단계
- 수집장비 : X-RAY 이물검출기 SD Card
- 수집기간 : 2020년 6월 23일 ~ 2020년 9월 22일 (약 3개월)
- 수집 주기 : 불규칙(검사장비를 통과하는 제품이 불량일 경우에만 이미지를 저장한다)

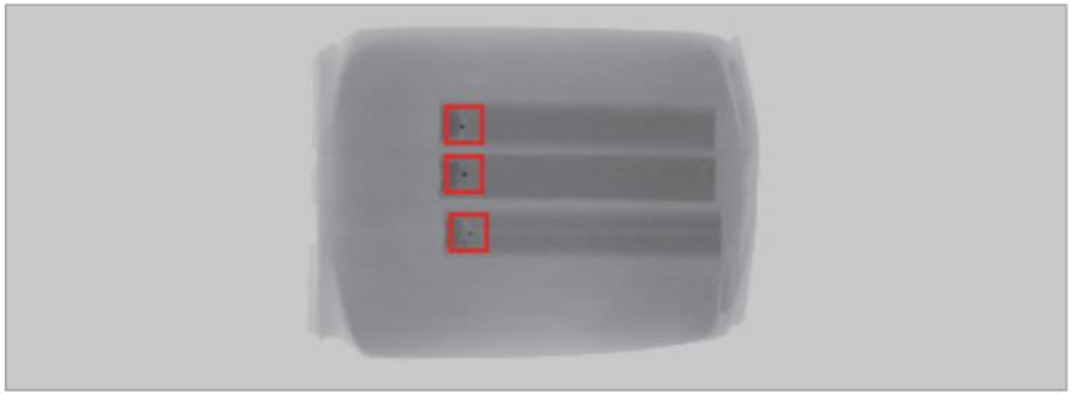
3. 제조 데이터 소개

3.2 데이터 유형/구조

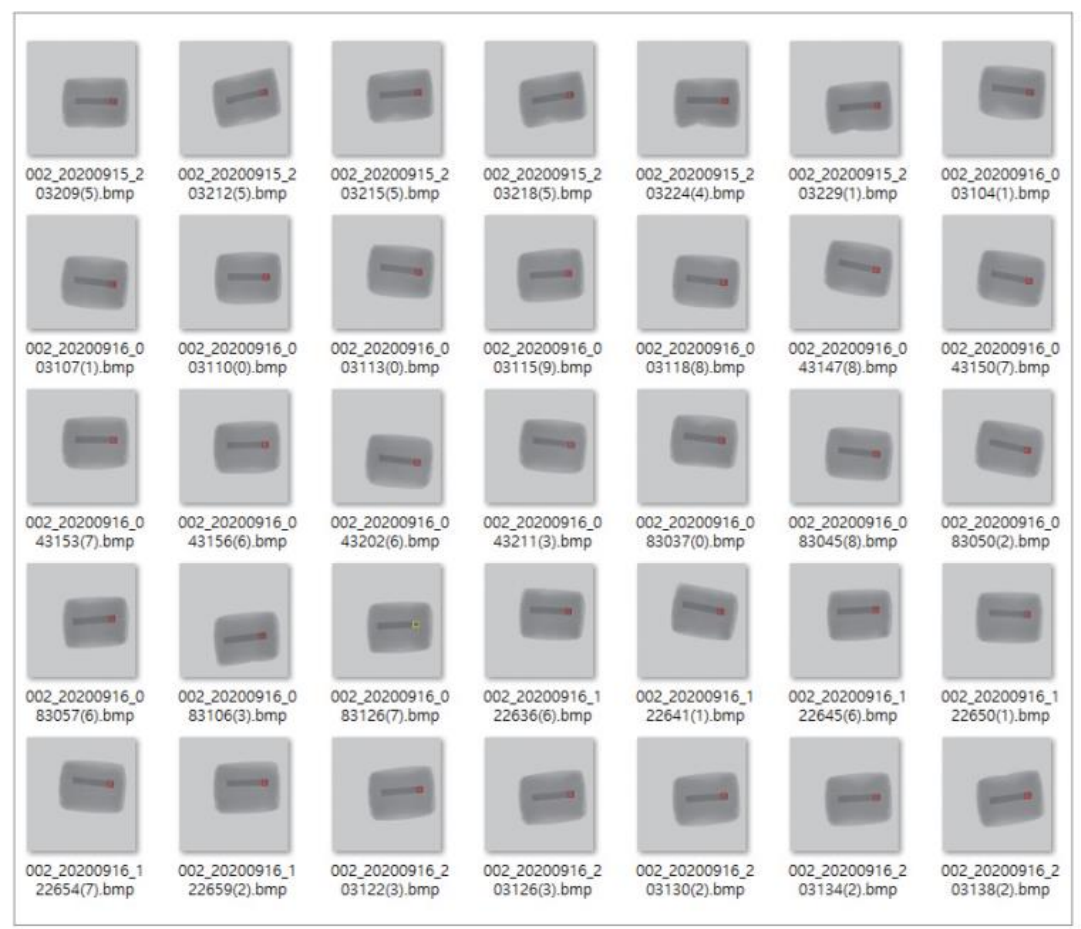
[1호기 폴더] – 1,031개 / 112MB
[2호기 폴더] – 920개 / 92.9MB
[3호기 폴더] – 858개 / 210MB

총 데이터 수 = 2,809개 /415MB

➡ 본 분석에서는 15개의 이미지에 대해 결함 객체 탐지를 진행함.



[그림 2] 결함이 검출된 불량품의 X-RAY 사진 예시



[그림 1] X-RAY 이물검출기 이미지 데이터 스크린샷

3. 제조 데이터 소개

3.2 데이터 유형/구조

• **데이터 속성정의 표 :**

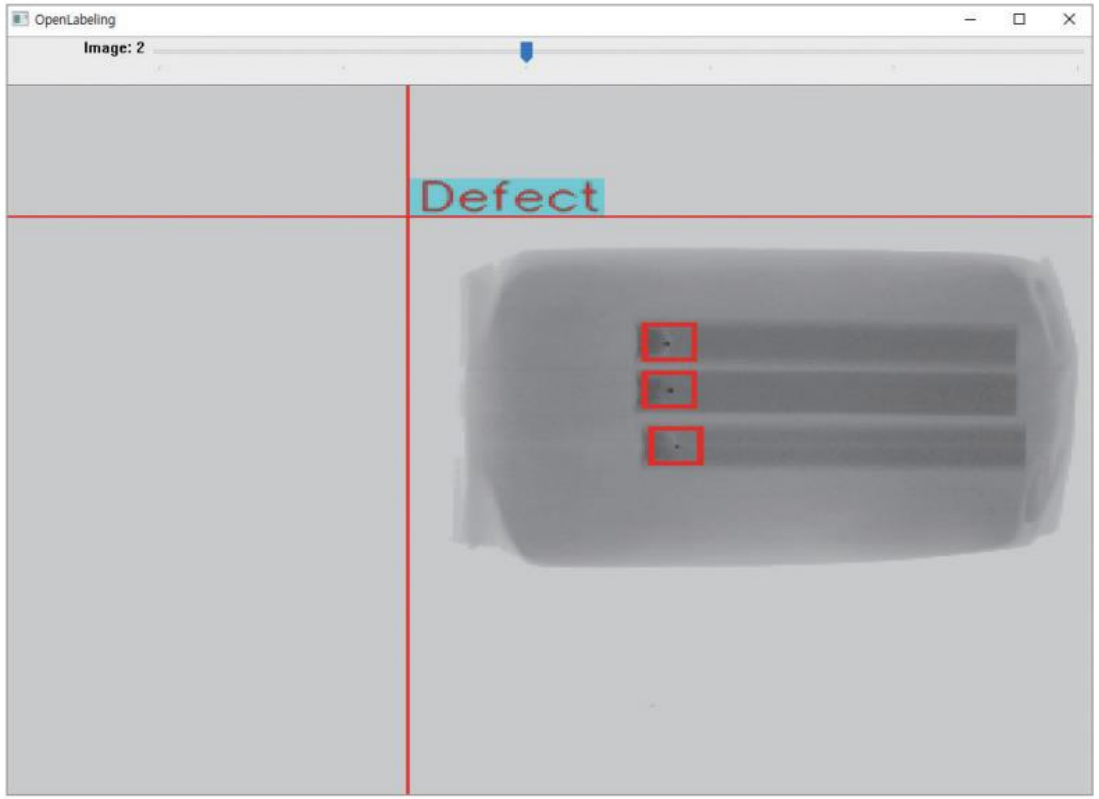
변수명	설 명	데이터 타입
SN_NgImage	X선이물검출기를 통해 수집된 X-RAY상 결함(defect)이 검출되어 표시된 이미지	BMP형식 이미지 파일 (.bmp)
SN_NgImage_Label	이미지의 결함 좌표(위치)를 나타내는 텍스트 파일	텍스트 파일 (.txt)

• **독립변수/종속변수 정의 :**

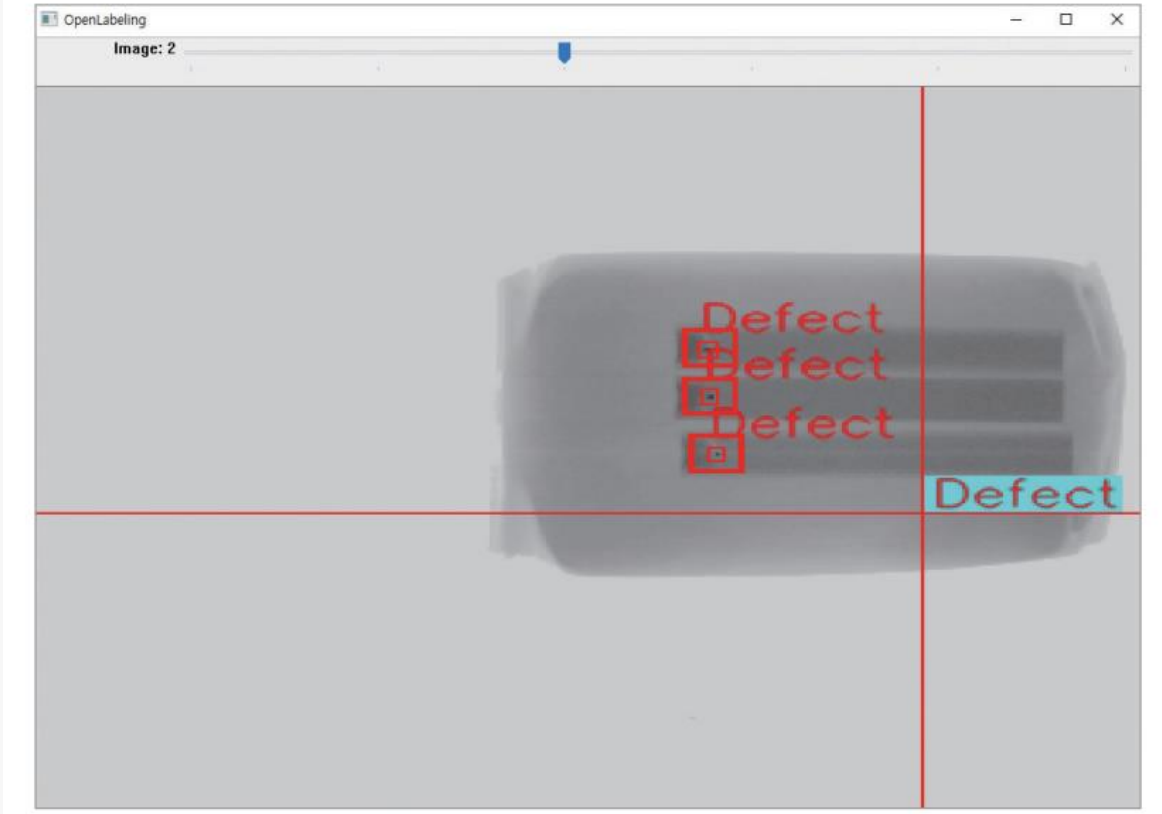
구 분	명 칭	
독립변수	X-RAY 이미지	결함이 포함된 이미지(BMP) 파일
	결함 좌표	이미지 파일의 결함(Defect)에 대해 좌표 정보가 담겨있는 TXT(텍스트) 파일
종속변수	객체탐지 이미지	객체탐지(Object Detection) 박스가 표시된 이미지(JPG) 파일

3. 제조 데이터 소개

- 데이터 Labeling



[그림 39] Labeling tool 프로그램 실행 화면



[그림 40] 이미지의 모든 결함(defect)에 라벨링을 수행한 결과

3. 제조 데이터 소개

- 독립변수

Labeling 해야 할 데이터

[그림 42] 라벨링 작업 수행 후의 원본 이미지와 라벨링 좌표가 포함된 텍스트 파일

① 001_20200622_203312(6) - Windows 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

0 0.6310763888888888 0.4346846846846847 0.008680555555555556 0.013513513513513514
0 0.6302083333333334 0.5056306306306306 0.013888888888888888 0.015765765765765764
0 0.6293402777777778 0.5900900900900901 0.012152777777777778 0.018018018018018

② 001_20200623_003516(8) - Windows 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

0 0.6119791666666666 0.4132882882882883 0.005208333333333333 0.015765765765765764
0 0.6076388888888888 0.4864864864864865 0.006944444444444444 0.013513513513513514
0 0.6015625 0.5900900900900901 0.008680555555555556 0.013513513513513514

③ 001_20200901_003429(1) - Windows 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

0 0.8203125 0.40765765765765766 0.012152777777777778 0.013513513513513514

Class X축좌표 Y축좌표 width height

Labeling 좌표

3. 제조 데이터 소개

Test : train = 2 : 8

test - Windows 메모장

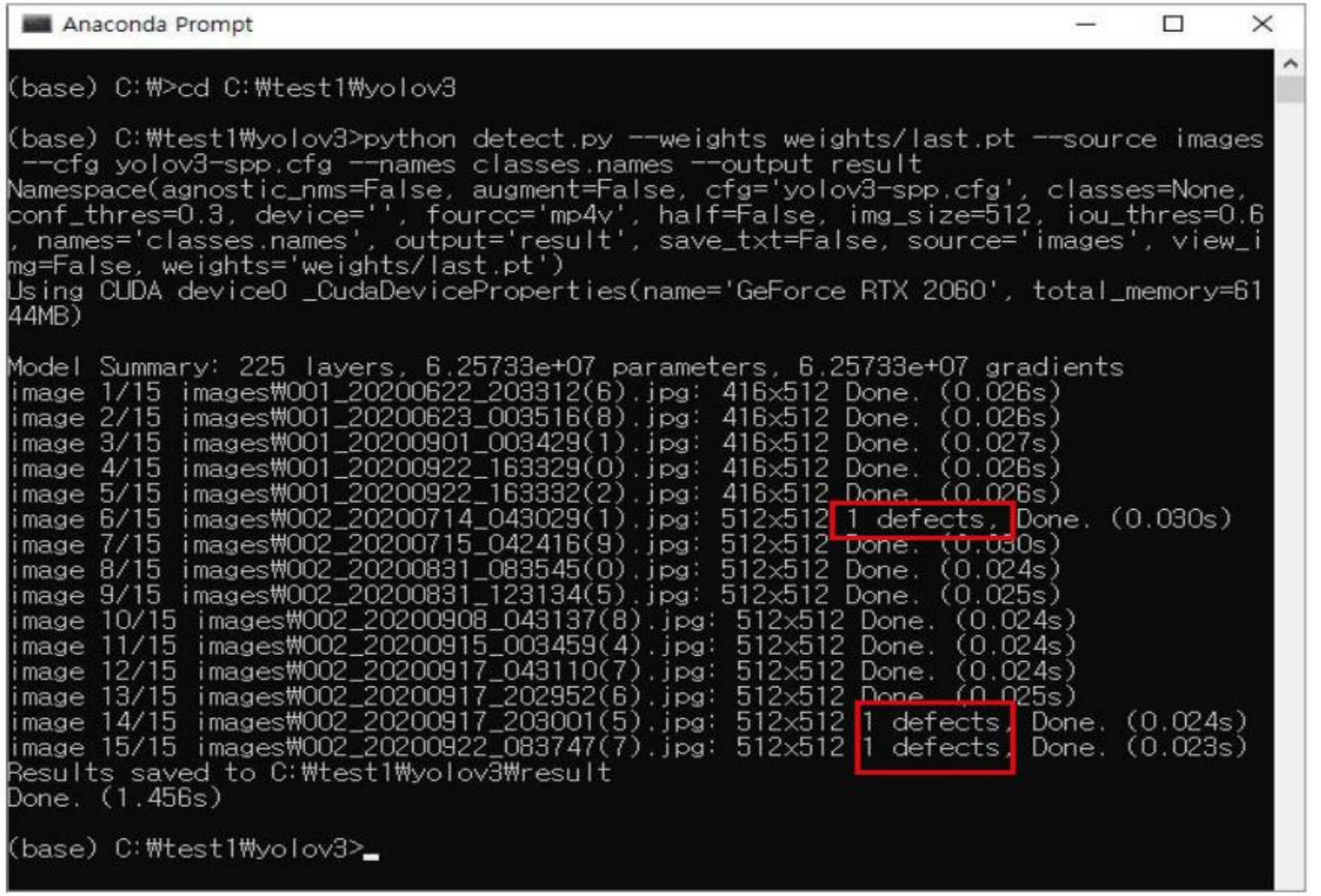
파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

images/001_20200622_203312(6).jpg
images/001_20200623_003516(8).jpg
images/002_20200915_003459(4).jpg

train - Windows 메모장

파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

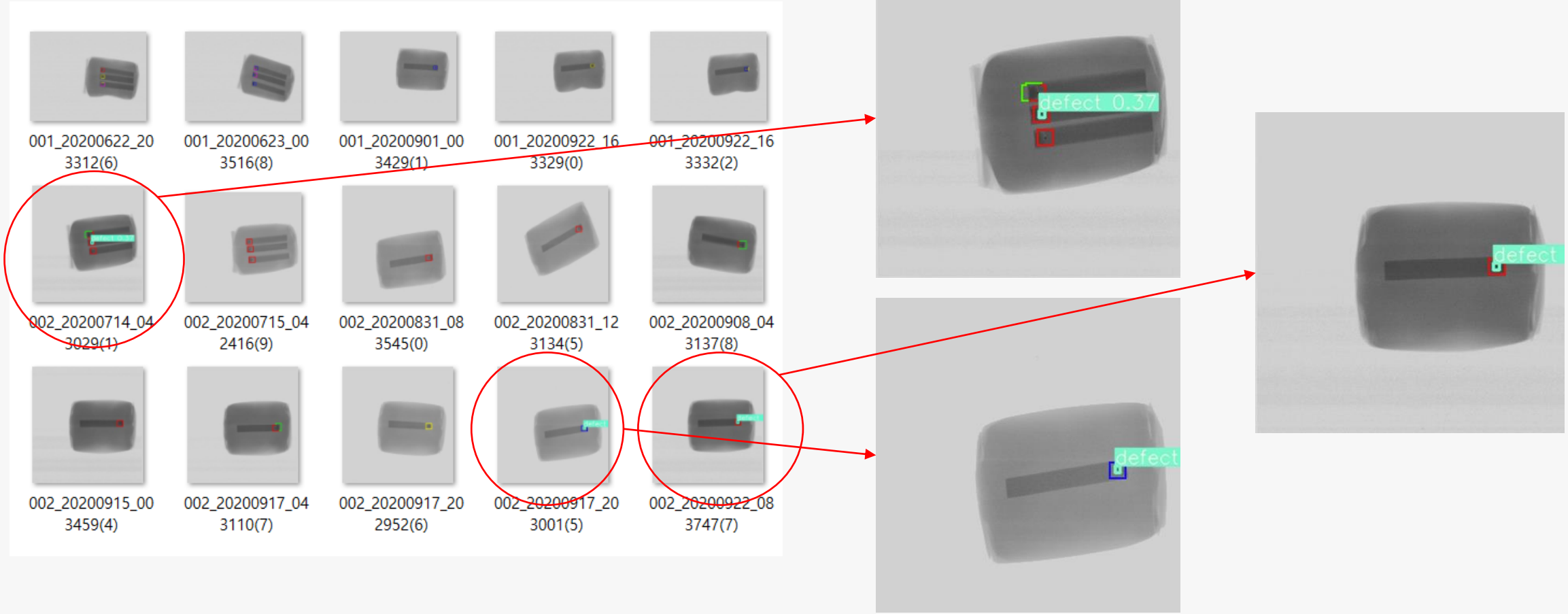
images/001_20200901_003429(1).jpg
images/001_20200922_163329(0).jpg
images/001_20200922_163332(2).jpg
images/002_20200714_043029(1).jpg
images/002_20200715_042416(9).jpg
images/002_20200831_083545(0).jpg
images/002_20200831_123134(5).jpg
images/002_20200908_043137(8).jpg
images/002_20200917_043110(7).jpg
images/002_20200917_202952(6).jpg
images/002_20200917_203001(5).jpg
images/002_20200922_083747(7).jpg



[그림 78] 객체 탐지 수행 과정 중 출력되는 내용

3. 제조 데이터 소개

- 종속변수



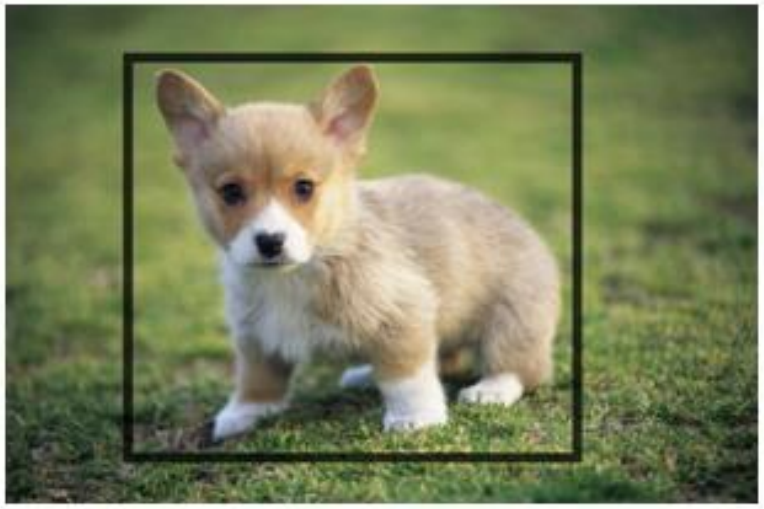
4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3

- 객체탐지란 ?

Object Classification is the task of identifying that picture is a dog

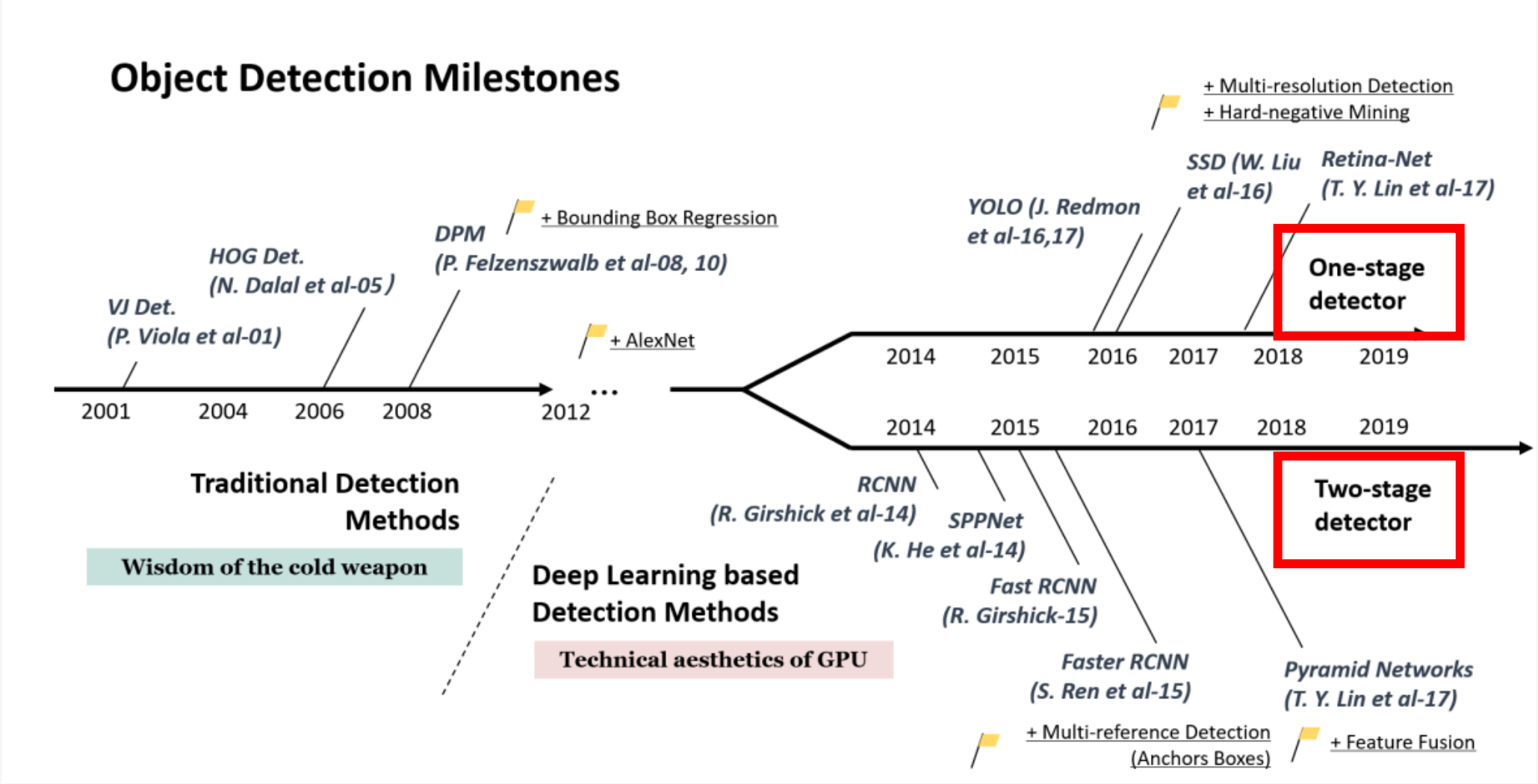
분류



Object Localization involves the class label as well as a bounding box to show where the object is located.

객체탐지

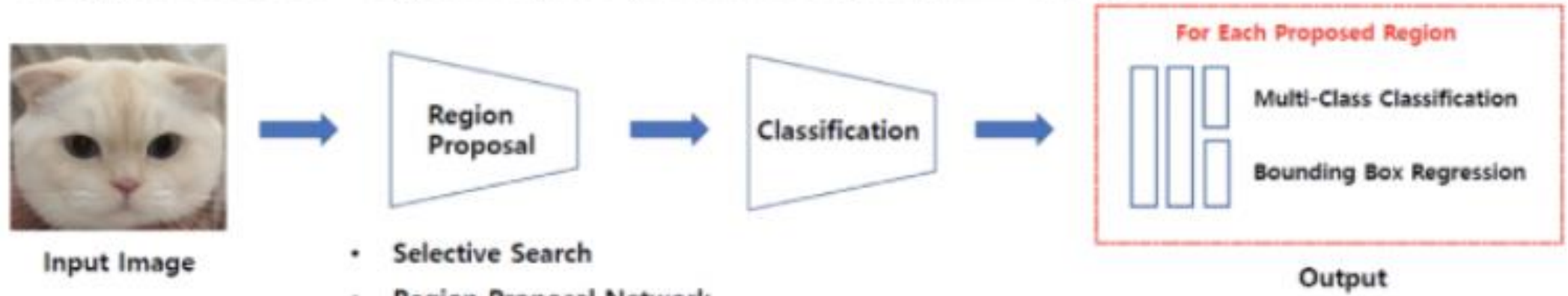
4. 분석 모델 소개


Object Detection Milestones
+ Multi-resolution Detection
+ Hard-negative Mining
SSD (W. Liu et al-16)
Retina-Net (T. Y. Lin et al-17)
YOLO (J. Redmon et al-16,17)
One-stage detector
+ Bounding Box Regression
DPM (P. Felzenszwalb et al-08, 10)
HOG Det. (N. Dalal et al-05)
VJ Det. (P. Viola et al-01)
+ AlexNet
2001
2004
2006
2008
2012
2014
2015
2016
2017
2018
2019
Traditional Detection Methods
Wisdom of the cold weapon
Deep Learning based Detection Methods
Technical aesthetics of GPU
RCNN (R. Girshick et al-14)
SPPNet (K. He et al-14)
Fast RCNN (R. Girshick-15)
Faster RCNN (S. Ren et al-15)
Pyramid Networks (T. Y. Lin et al-17)
Two-stage detector
+ Multi-reference Detection (Anchors Boxes)
+ Feature Fusion

4. 분석 모델 소개

1-Stage Detector - Regional Proposal와 Classification이 동시에 이루어짐.

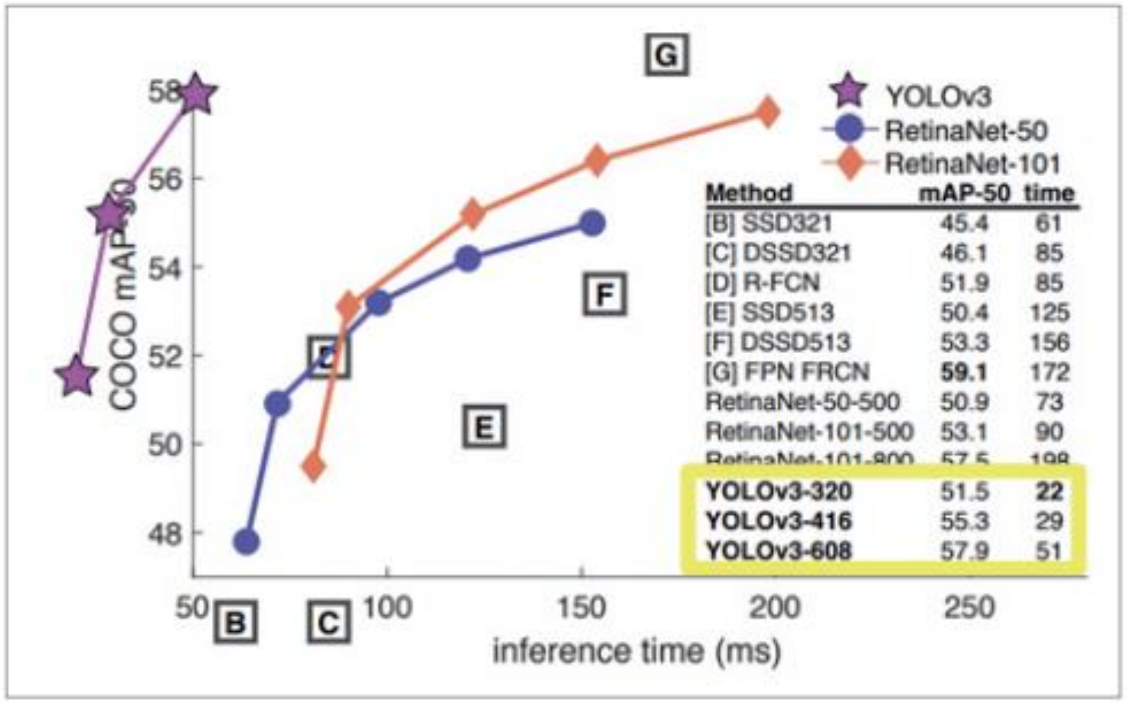
2-Stage Detector - Regional Proposal와 Classification이 순차적으로 이루어짐.



4. 분석 모델 소개

Year	Object Detection Model	COCO Dataset (mAP@IoU=0.5:0.95)	Conference
2014	R-CNN	-	CVPR
2015	Fast R-CNN	19.7	ICCV
2015	Faster R-CNN	21.9	NIPS
2016	YOLO v1	-	CVPR
2016	SSD	31.2	ECCV
2017	DSSD	33.2	arXiv
2017	TDM	37.3	CVPR
2017	FPN	36.2	CVPR
2017	YOLO v2	-	CVPR
2017	DeNet	33.8	ICCV
2017	CoupleNet	34.4	ICCV
2017	RetinaNet	39.1	ICCV
2017	DSOD	-	ICCV
2017	SMN	-	ICCV
2018	YOLO v3	33	arXiv

[그림 4] : 여러 학회에서 제시된 객체 탐지 모델의 종류와 COCO 데이터셋에 대한 성능



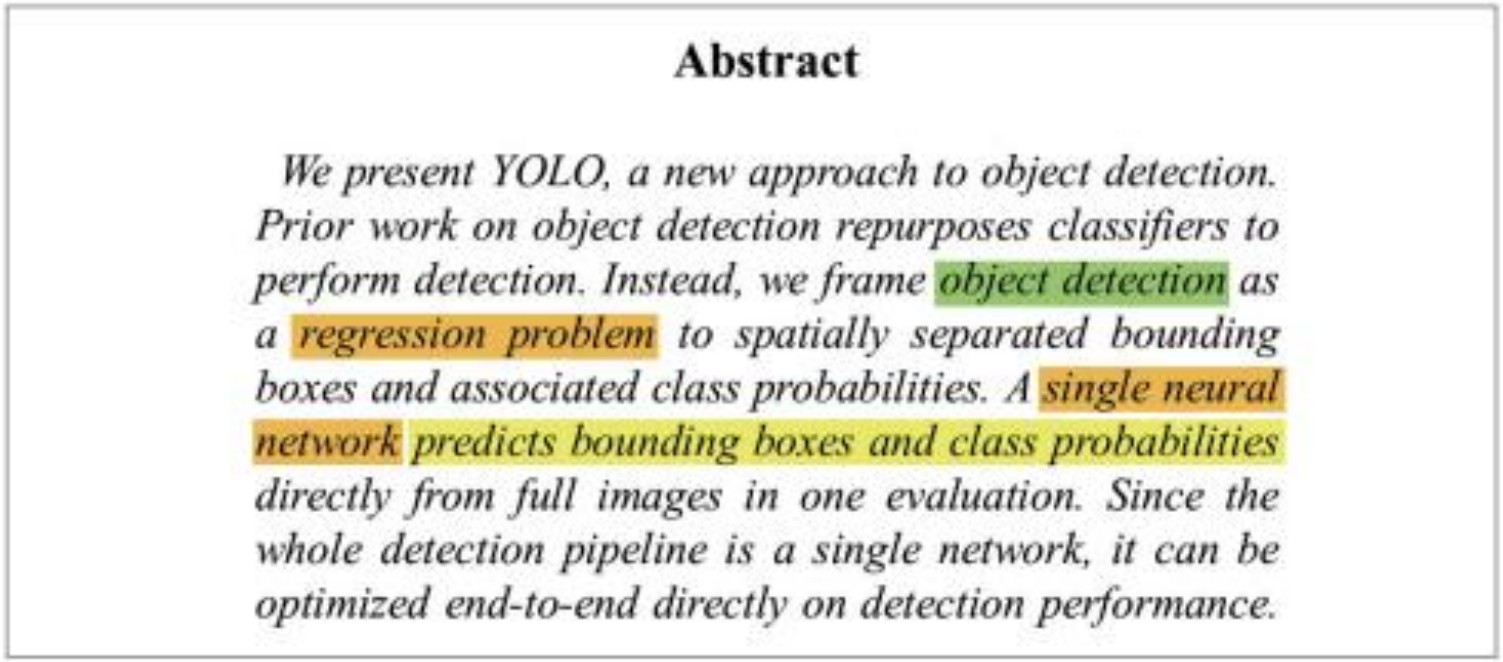
[그림 3] 정확도와 속도에 관하여 논문에서 주장하는 YOLOv3의 성능

* Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "Yolov3: An incremental improvement." arXiv preprint arXiv:1804.02767 (2018).

4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3

- You Only Look Once: Unified, real-time object detection(2015)
- YOLO9000: Better, Faster, Stronger(2016)
- YOLOv3: An Incremental Improvement(2018)

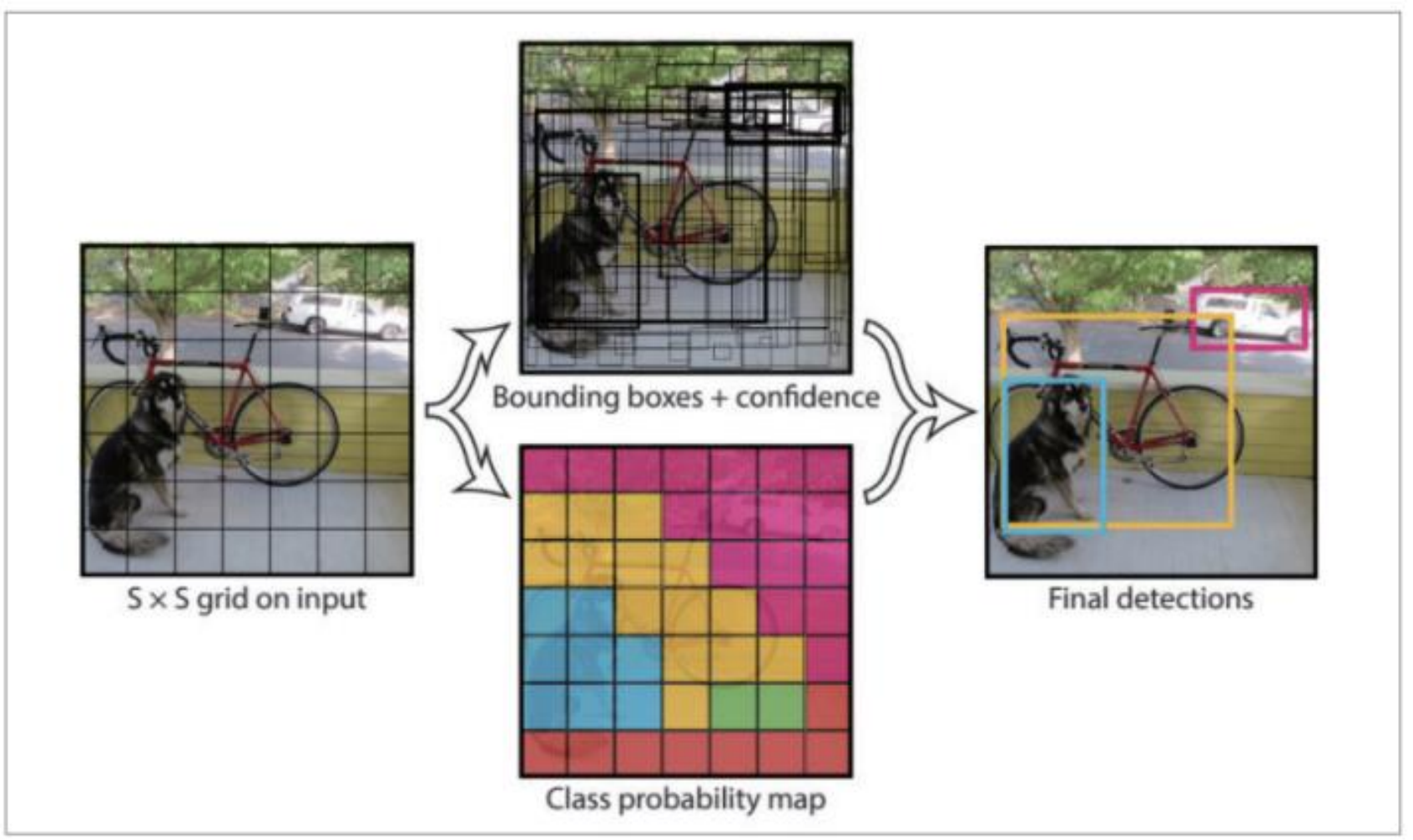


Abstract

We present YOLO, a new approach to object detection. Prior work on object detection repurposes classifiers to perform detection. Instead, we frame object detection as a regression problem to spatially separated bounding boxes and associated class probabilities. A single neural network predicts bounding boxes and class probabilities directly from full images in one evaluation. Since the whole detection pipeline is a single network, it can be optimized end-to-end directly on detection performance.

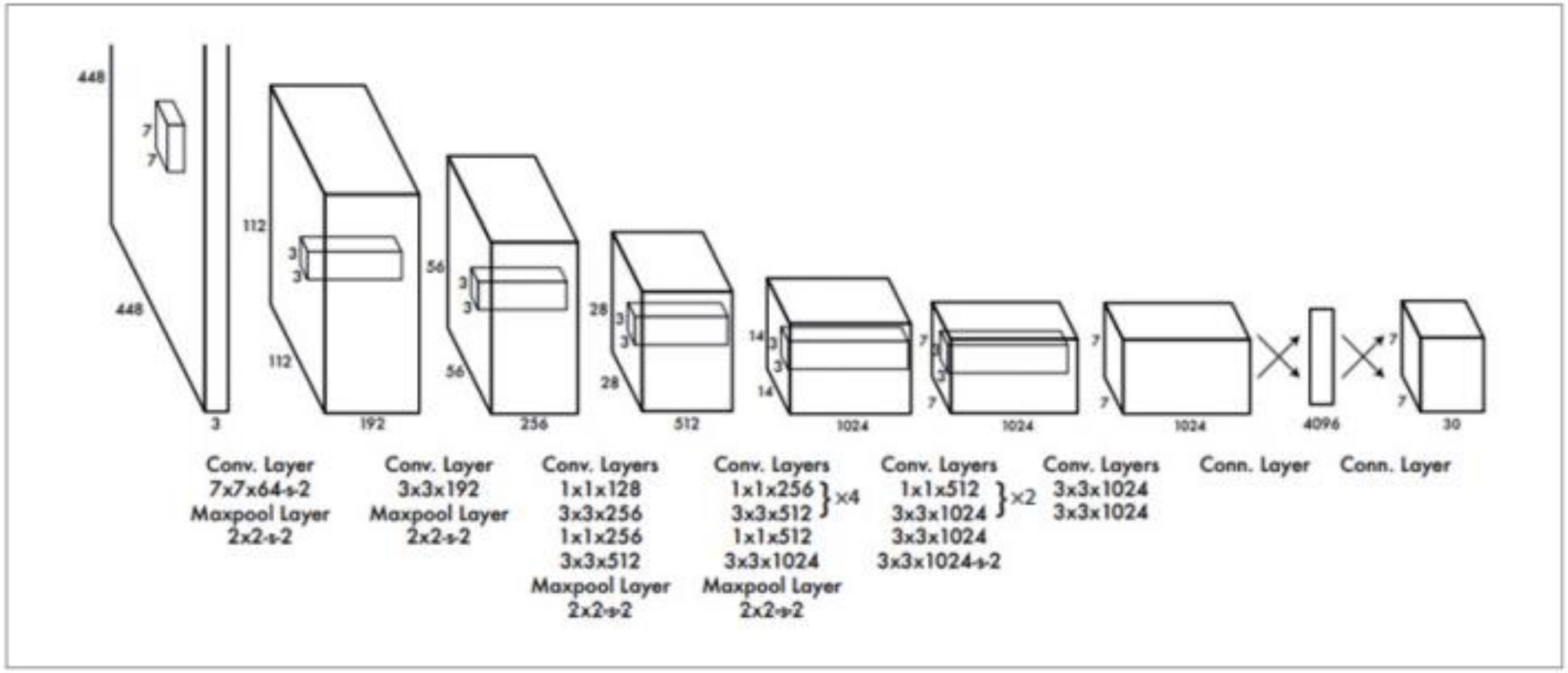
4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3



4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3



[그림 8] 그리드별 예측 정보로 경계상자를 조정하여 분류 수행

4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3

$$w \times h \times (\text{각각의 그리드에서 갖는 } Bounding\ box\text{의 후보 갯수}) \times 5 + (Class\text{의 갯수})$$

loss function:

$$\lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^{B} \mathbb{1}_{ij}^{obj} \left[(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2 \right]$$

$$+ \lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^{B} \mathbb{1}_{ij}^{obj} \left[\left(\sqrt{w_i} - \sqrt{\hat{w}_i} \right)^2 + \left(\sqrt{h_i} - \sqrt{\hat{h}_i} \right)^2 \right]$$

(Size & Location of Bounding box)
(Sum squred error for optimize)

$$+ \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^{B} \mathbb{1}_{ij}^{obj} \left(C_i - \hat{C}_i \right)^2$$

$$+ \lambda_{noobj} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^{B} \mathbb{1}_{ij}^{noobj} \left(C_i - \hat{C}_i \right)^2$$

(Object detection)

$$+ \sum_{i=0}^{S^2} \mathbb{1}_{i}^{obj} \sum_{c \in classes} \left(p_i(c) - \hat{p}_i(c) \right)^2$$

(Class)

Key Parameter:

Coordinate Loss
+ Confidence-Score Loss
+ No-Object Penalties
+ Classification Loss

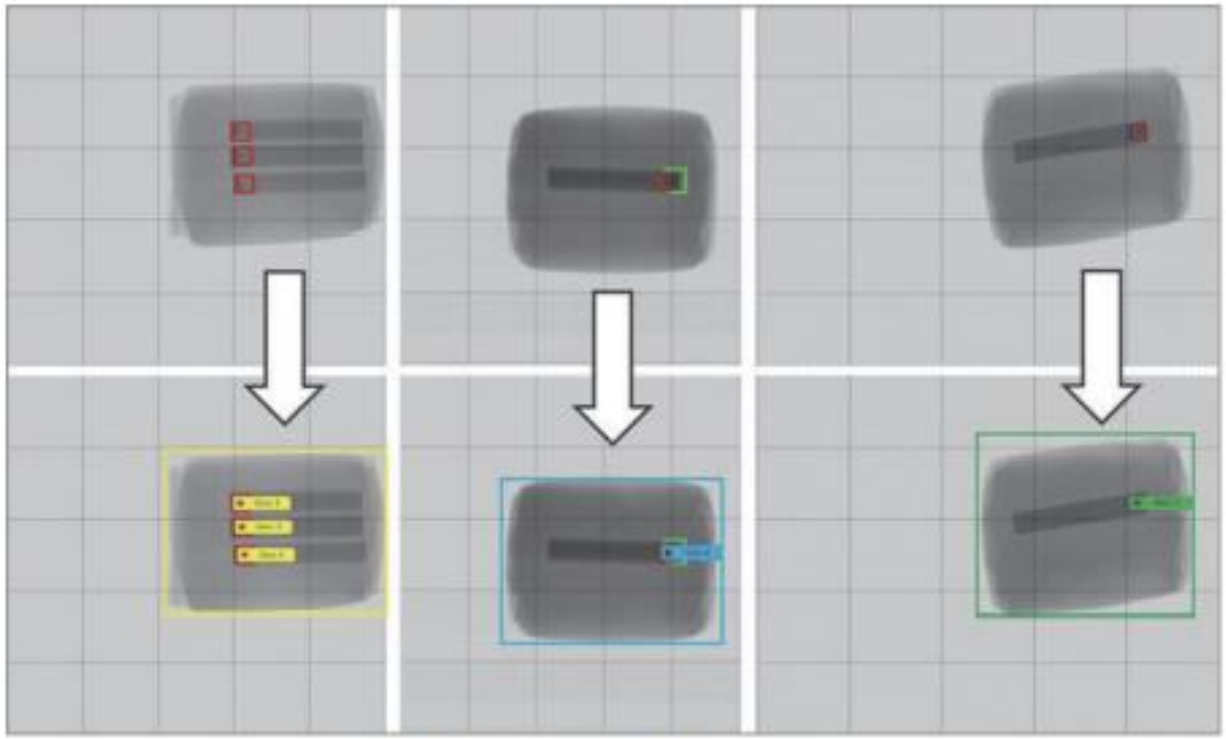
w, h: 그리드 가로 세로
S: Number of grid
C: Confidence score
B: 그리드 내 box 수
x, y: Bounding box 중심좌표
$\{p(c)\}$: i cell 의 object 가 해당 Class 에 속할 확률
$\lambda_{coord}, \lambda_{noobj}$: Bounding box 에 대한 값 조정
$\mathbb{1}_{i}^{obj}, \mathbb{1}_{ij}^{noobj}$: 1 or 0 object 여부 확인

[그림 9] YOLO 기본 학습 과정 수식

4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3

- 경계 상자(Bounding Box)의 중심과 너비와 높이
- 경계 상자(Bounding Box)가 객체(Object)를 포함하고 있을 확률
- 객체(Object)가 속한 클래스



[그림 11] YOLO 내부 프로세스에 따른 기대결과 출력 샘플

4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3

검출되지 않아야 할 것이 검출되지 않은 것

		객체 탐지 결과	
		양품	불량
실제	양품	양품정탐(TP)	양품과검(FN) 잘못 검출된 것
	불량	불량미검(FP)	불량정탐(TN) 옳은 검출

검출되어야 할 것이 검출되지 않은 것

$$\text{정밀도}(Precision) = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{TP}{\text{모든 검출}}$$

$$\text{재현율}(Recall) = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{TP}{\text{실제 모든 양품}}$$

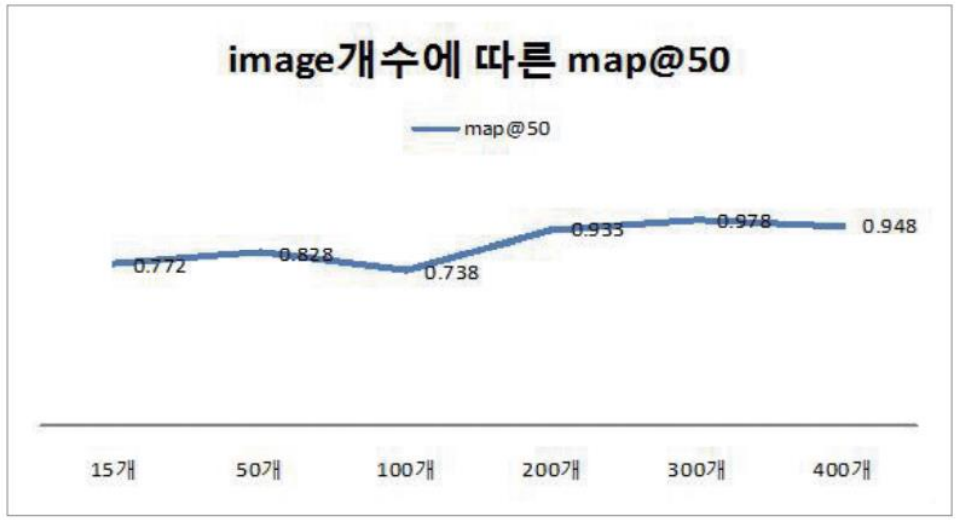
4. 분석 모델 소개

객체탐지(Object Detection) 모델 : YOLOv3

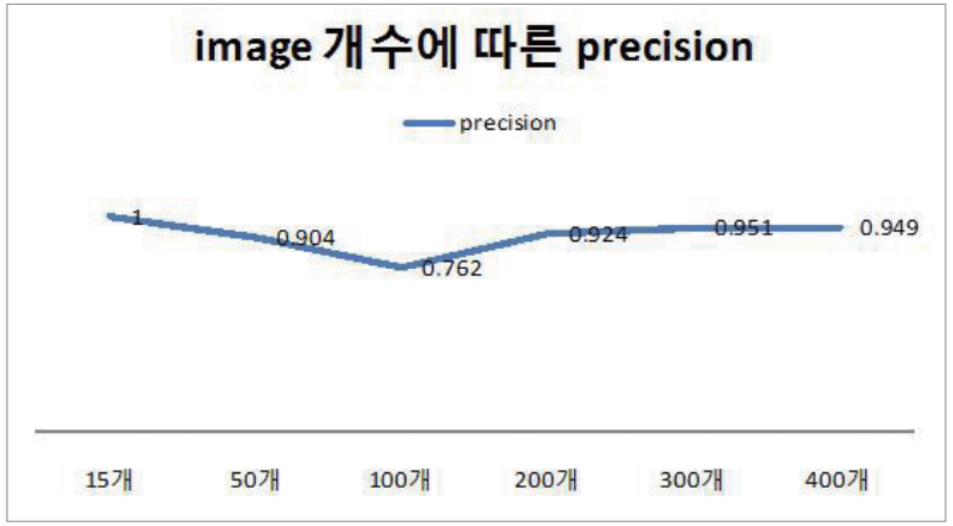
$$F1Score = \frac{2}{\frac{1}{Precision} + \frac{1}{Recall}}$$

- **mAP(mean Average Precision)** : 재현율 값들에 대응하는 정밀도 값들의 평균인 AP(Average Precision)를 객체(object)별로 구하고, 여러 객체 탐색된 결과에 대하여 평균(mean)값을 구한 것이 mAP이다.

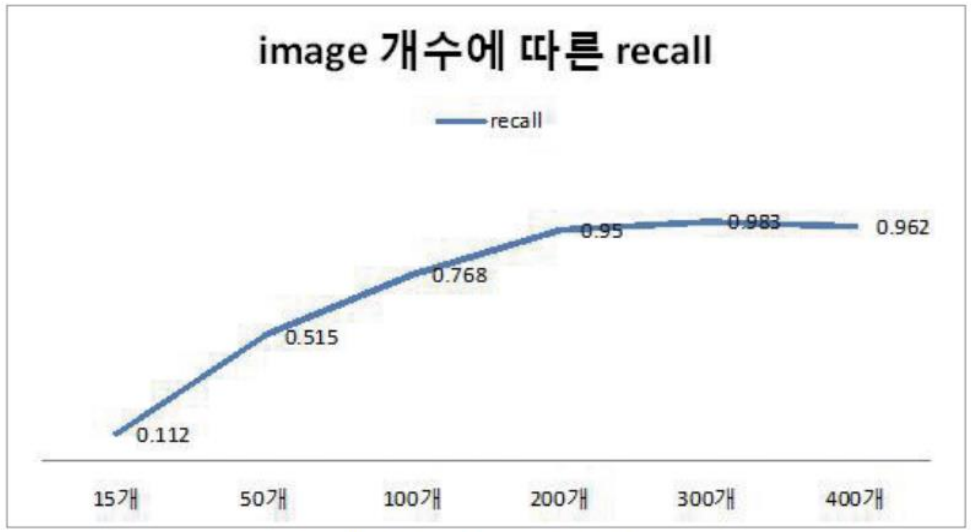
5. 결과 분석



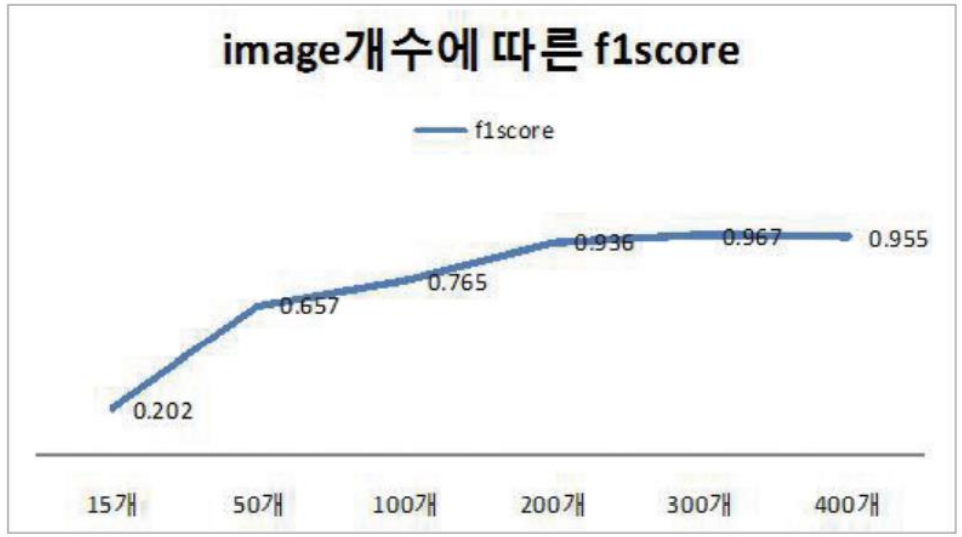
[그림 87] 이미지 개수에 따른 map@50 변화 추이



[그림 88] 이미지 개수에 따른 정밀도 변화 추이



[그림 89] 이미지 개수에 따른 재현율 변화 추이



[그림 90] 이미지 개수에 따른 조화평균 변화 추이

최적 이미지 수
200개