

# MATLAB을 이용한 고강도강 겹치기 레이저 용접부의 모델링

- 분류 모델 (Classification model) -

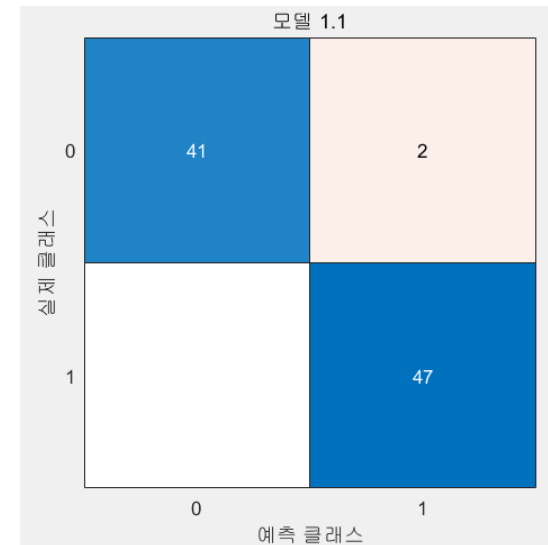
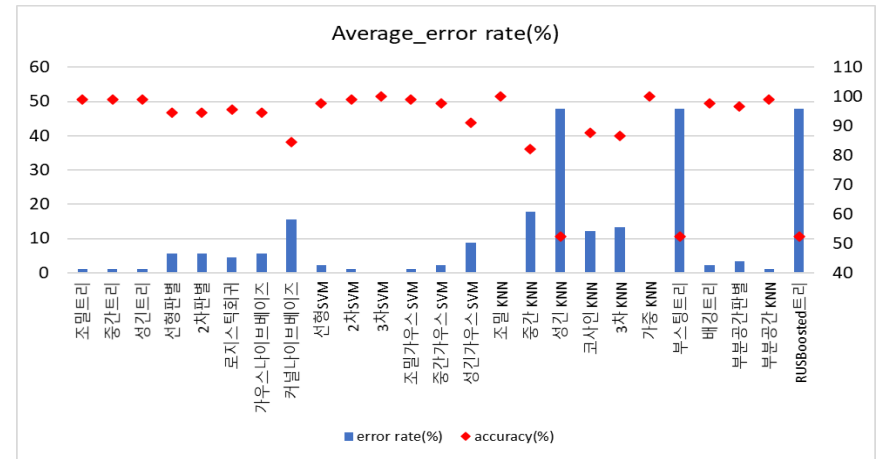
# 안 내

- 본 자료는 아래의 사람들이 만들었습니다.  
유현정 (Portland State University)  
김철희 (한국생산기술연구원, Portland State University)
- 예제 파일은 아래에서 받을 수 있습니다.  
<https://deepjoining.github.io>
- 문의사항 및 의견: [deepjoining@gmail.com](mailto:deepjoining@gmail.com)
- 자료는 한국생산기술연구원 신입대학원생 교육자료입니다.  
일체의 다른 용도 사용을 금지합니다.

# 1. 분류 모델을 통해 얻을 수 있는 결과

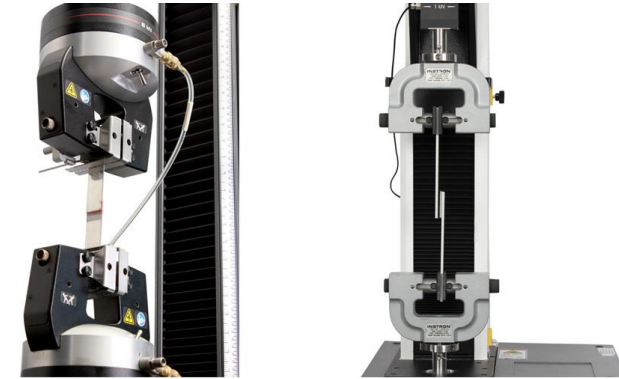
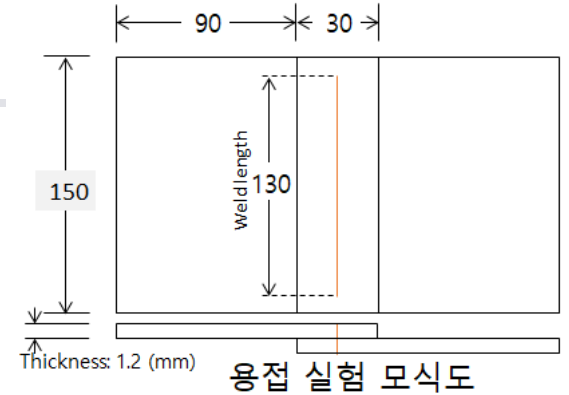
분류 모델을 사용하는 예: 어떠한 소재에 대해서 용접한 후 인장-전단 시험을 했을 때 파단이 발생하는 위치를 확인하기 위함

실험조건	측정 값	예측 값
Case 1	모재	모재
Case 2	모재	모재
Case 3	모재	용접부
...	용접부	용접부
	용접부	용접부
	용접부	용접부
	모재	모재
	모재	모재
	용접부	용접부
	용접부	용접부
	용접부	용접부
	용접부	용접부
	모재	모재
모재	모재	
Case n	용접부	용접부

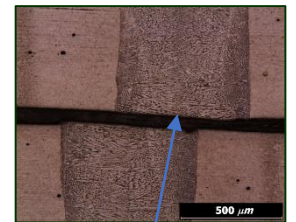
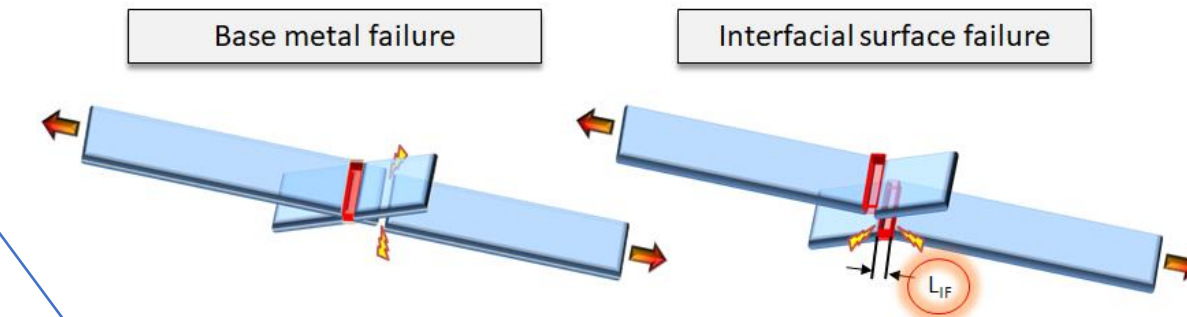
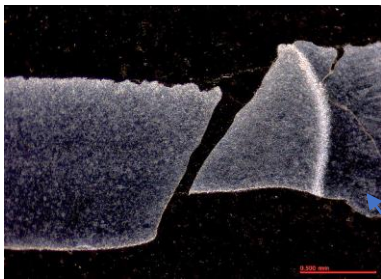


## 2. 풀어야 할 문제

- 소재: 인장강도 590~1500 MPa급 자동차용 강판  
(cf. 연강의 경우 인장강도 270~300 MPa)
- 용접방법: 레이저 겹치기 용접
- 용접부 시험방법: 인장-전단 강도 평가
- 품질판단 기준: 파단의 위치
- 모델링할 문제  
\* 다양한 소재 조합 및 다양한 레이저 용접조건하에서  
(1) 인장-전단 시험에서 파단위치는? (분류)



인장-전단 시험



용접 계면파단

### 3. 머신 러닝 모델 구축에 사용된 Input, Output parameter

- Input parameter

No.	1~7	8~14	15	16
Input parameter	Chemical composition of the upper sheet	Chemical composition of the lower sheet	Welding speed	Focal position

- Output parameter

	Classification model
Output parameter	Fracture location

- Chemical compositions

Base materials (thickness)	C	Si	Mn	P	S	Cr	B
590 DP (1.2 mm)	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	-	-
780 DP (1.2 mm)	0.070	0.977	2.264	0.010	0.015	-	-
980 DP (1.2 mm)	0.170	1.340	2.000	0.016	0.001	-	-
1180 CP (1.2 mm)	0.110	0.110	2.790	0.019	0.004	1.040	-
1500 HPF (1.1 mm)	0.216	0.240	1.255	0.002	0.002	0.001	0.003

# 3. 머신 러닝 모델 구축에 사용된 데이터

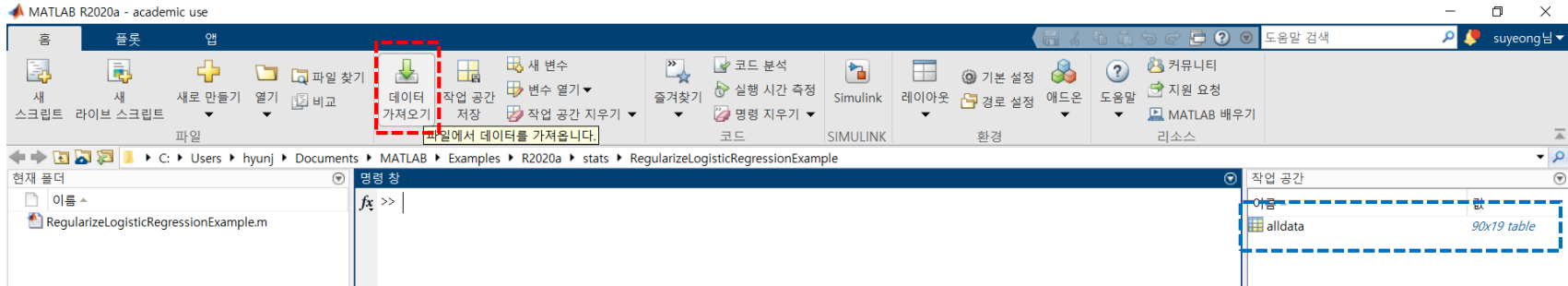
- Input parameter

- Output parameter

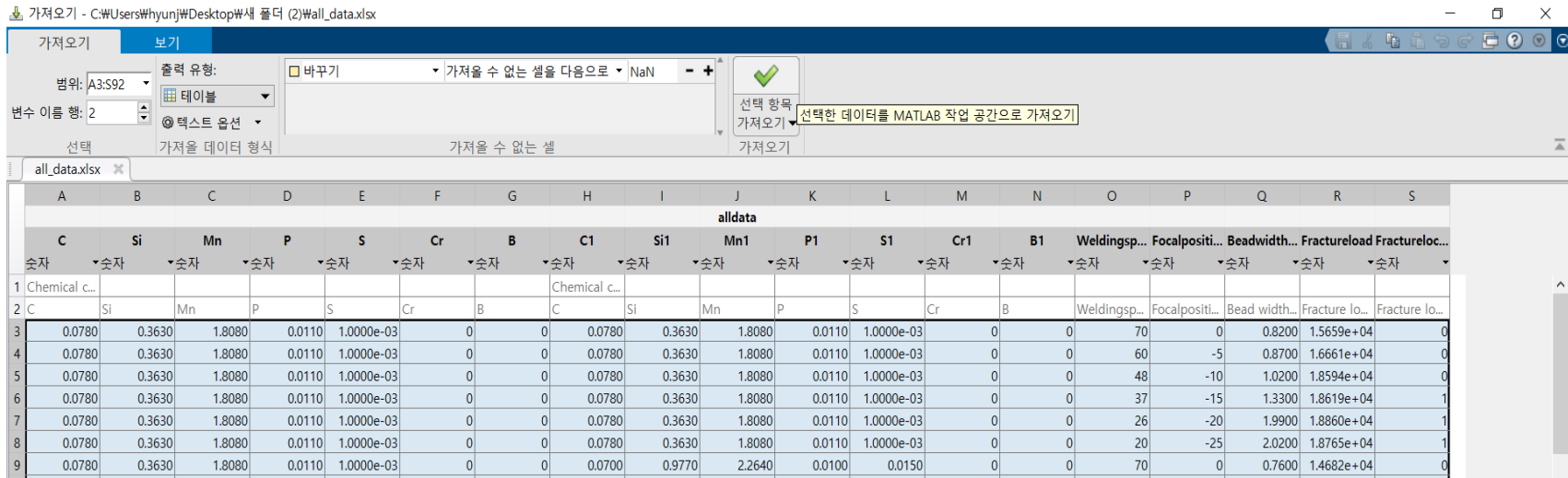
Chemical composition of upper sheet							Chemical composition of lower sheet							Weldingsp	Focalposit	Fracture lo
C	Si	Mn	P	S	Cr	B	C	Si	Mn	P	S	Cr	B			
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	70	0	0
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	60	-5	0
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	48	-10	0
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	37	-15	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	26	-20	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	20	-25	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.07	0.977	2.264	0.01	0.015	0	0	70	0	0
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.07	0.977	2.264	0.01	0.015	0	0	60	-5	0
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.07	0.977	2.264	0.01	0.015	0	0	48	-10	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.07	0.977	2.264	0.01	0.015	0	0	40	-10	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.07	0.977	2.264	0.01	0.015	0	0	32	-15	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.07	0.977	2.264	0.01	0.015	0	0	24	-20	1
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.17	1.34	2	0.016	0.001	0	0	70	0	0
0.078	0.363	1.808	0.011	0.001	0	0	0.17	1.34	2	0.016	0.001	0	0	60	-5	0

# 4. MATLAB에서 분류모델 분석 방법

1. MATLAB 실행
2. 홈에서 데이터 가져오기 실행



3. Input과 Output data가 포함된 파일(all\_data) 불러오기



# 4. MATLAB에서 분류모델 분석 방법

- 4. 왼쪽 상단 메뉴 탭에서 앱 클릭 후 분류 학습기 클릭
- 5. 새 세션 클릭
- 6. 작업 공간에서 데이터 불러오기 (alldata)

The image shows the MATLAB R2020a interface with the Classification Learner app open. The 'New Session' dialog box is highlighted with a red dashed box and labeled '3'. The dialog box contains the following information:

**데이터 세트**  
데이터 세트 변수: alldata (90x19 table)

**응답 변수**  
 데이터 세트 변수에서  
 작업 공간에서

Fracturelocation (double) 0 .. 1

**예측 변수**

	이름	유형	범위
<input checked="" type="checkbox"/>	P1	double	0.002 .. 0.019
<input checked="" type="checkbox"/>	S1	double	0.001 .. 0.015
<input checked="" type="checkbox"/>	Cr1	double	0 .. 1.04
<input checked="" type="checkbox"/>	B1	double	0 .. 0.003
<input checked="" type="checkbox"/>	Weldingspeed	double	16 .. 72
<input checked="" type="checkbox"/>	Focalposition	double	-25 .. 0
<input type="checkbox"/>	Beadwidthatfayingsurface	double	0.74 .. 2.42
<input type="checkbox"/>	Fractureload	double	14681.7 .. 29405.9
<input type="checkbox"/>	Fracturelocation	double	0 .. 1

**검증 방법**  
 교차 검증  
데이터 세트를 여러 등분으로 분할하고 각 등분에 대한 정확도를 추정하여 과적합을 방지합니다.  
교차 검증 등분 수: 5겹

홀드아웃 검증  
대규모 데이터 세트에 권장됩니다.  
홀드아웃 비율: 25%

검증 안 함  
과적합을 방지하지 않습니다.

데이터를 준비하는 방법  
응답 변수가 숫자형입니다. 서로 다른 값은 클래스 레이블로 해석됩니다.

새션 시작    취소



# 4. MATLAB에서 분류모델 분석 방법

- 7. 모델유형: 모두 선택 후 훈련 누르기
- 8. 각 모델의 정확도와 정오분류표 확인하기

The screenshot shows the MATLAB Classification Learner interface. The '모든 빠른 훈련' (Train All) button is circled with a red '1', and the '훈련' (Train) button is circled with a red '2'. The '정오분류표' (Confusion Matrix) plot is displayed, showing the following data:

실제 클래스 \ 예측 클래스	0	1
0	41	2
1	0	47

Additional information from the interface:

- Model 1.1 Accuracy: 97.8%
- Model 1.2 Accuracy: 97.8%
- Model 1.3 Accuracy: 97.8%
- Model 1.4 Accuracy: 86.7%
- Current Model 1.1: Accuracy 97.8%, Cost 2, Prediction Speed ~5000, Training Time 1.3462s
- Data Set: alldata, Features: 90, Size: 18 kB, Predicted Variables: 16, Response Variable: Fracturelocation, Response Variable Classes: 2

# 4. MATLAB에서 분류모델 분석 방법

## 9. 다음과 같이 스크립트를 작성하여 데이터 추출하기

The image shows the MATLAB R2020a interface. The main window displays a script named 'Classificationtestingdata.m' with the following code:

```
1 - A = alldata(1:90, 1:16);  
2 - yfit = zeros(90, 25);  
3 - yfit(1:90, 1) = C1.predictFcn(A);
```

A red dashed box highlights these three lines of code. Below the script, a text overlay reads: "분류 모델의 경우 25개이기 때문에 (90, 25)".

The Command Window shows the following commands and output:

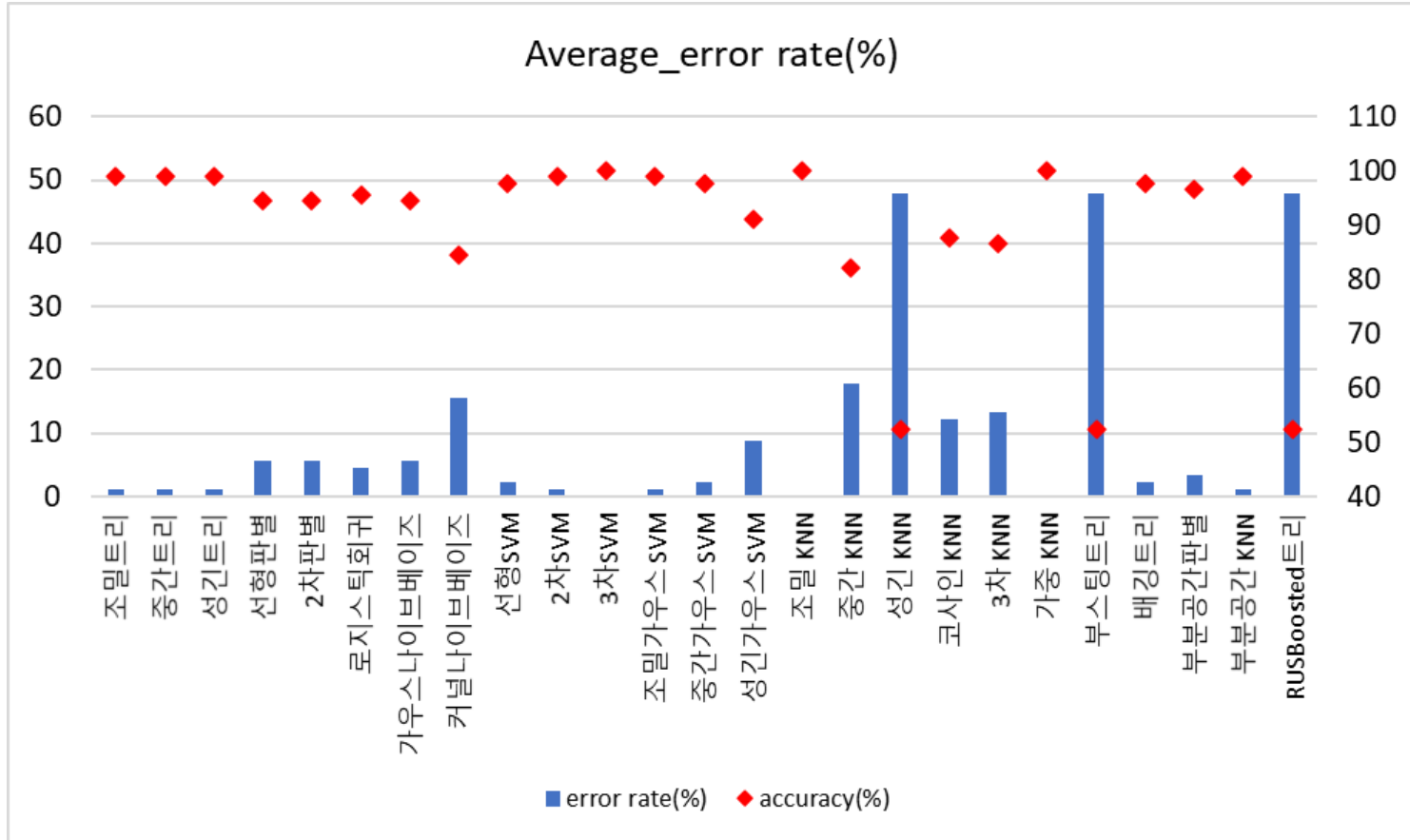
```
>> testingdata  
>> testingdata  
변수가 기본 작업 공간에 만들어졌습니다.  
분류 학습기에서 구조체 'C1'을(를) 내보냈습니다.  
새 데이터 T를 사용하여 예측하려면 다음을 사용하십시오.  
yfit = C1.predictFcn(T)  
자세한 내용은 How to predict using an exported model을(를) 참조하십시오.  
>> Classificationtestingdata  
fx >>
```

The Workspace window shows the following variables:

이름	값
A	90x16 table
alldata	90x19 table
C1	1x1 struct
yfit	90x25 double

# 5. 데이터 추출 및 모델의 정확성 판단하기

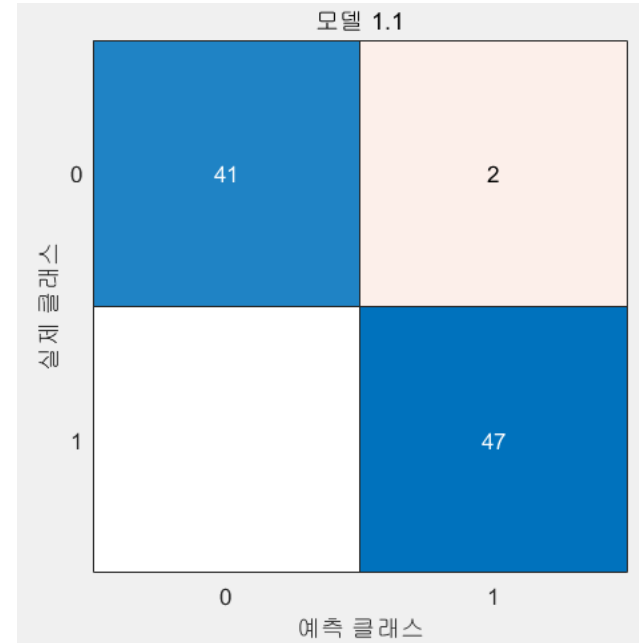
- 분류 모델의 데이터 분석 (오차율, 정확도)



# 5. 데이터 추출 및 모델의 정확성 판단하기

- 분류 모델의 데이터 분석 (분류 성능 평가 지표)

	True	False
Actual values		
True	True Positive	False Positive
False	False Negative	True Negative
	Predictive values	



$(Precision) = \frac{TP}{TP + FP}$  정밀도 : 모델이 true라고 분류한 것 중에서 실제 true인 것의 비율

$(Recall) = \frac{TP}{TP + FN}$  재현율 : 실제 true인 것 중에서 모델이 true라고 예측한 것의 비율

# 감사합니다

다음 강의 내용 : 매트랩을 이용한 SNN, DNN 모델 분석 방법