



# Smart Factory Team Project ●

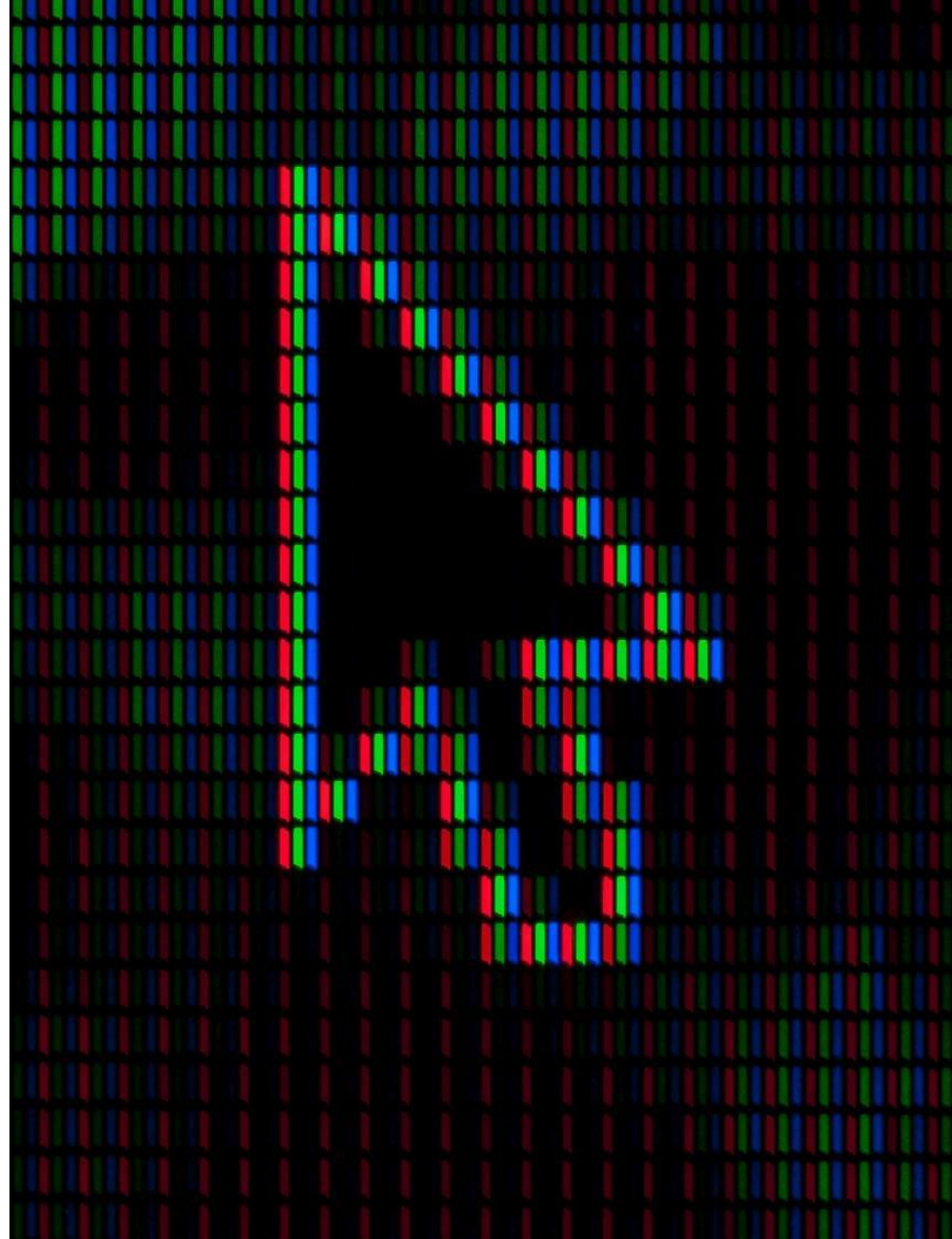
Wafer Map Failure Pattern  
Recognition & Classification using  
Transfer Learning

데이터사이언스학과  
이성호, 허준봉, 야오와말

©Saebyeol Yu. Saebyeol's PowerPoint

## **목차** a table of contents

- 1 Process of Semiconductor production**
- 2 Dataset(WM-811K) Explain**
- 3 Few-shot Learning**
- 4 Future Work**



# Part 1 Process of Semiconductor production

## Part 1

# Process of Semiconductor production



## Part 1

# Process of Semiconductor production



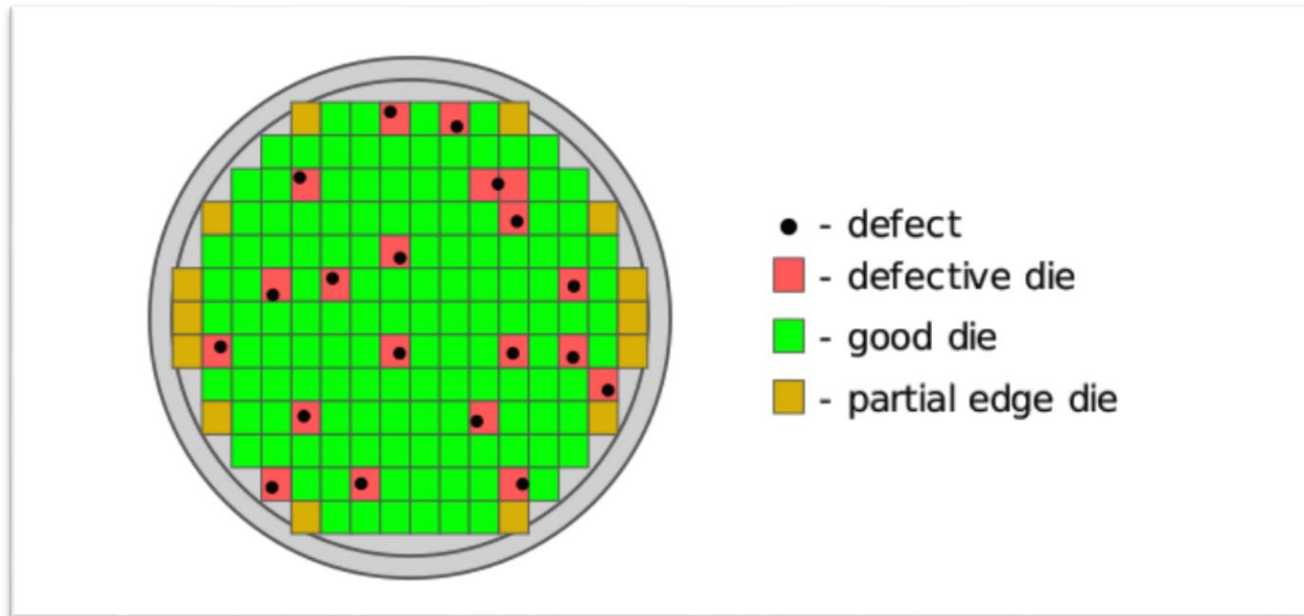


## Part 1

# Process of Semiconductor production

### Electrical Die Sorting

- 웨이퍼 상태에서 전기적 특성 검사를 통해 각 칩들이 정상 동작하는지 검사하는 공정
- 각각의 Die에 대해 불량품을 선별하는 검사 진행
- 불량품 중 수선 가능한 Die 양품화
- 반도체 수율 향상에 기여하는 공정 (수율: 하나의 웨이퍼에 들어갈 수 있는 최대 칩 개수 양품의 개수)



\* Die: 전자 회로가 집적되어있는 IC칩

**1. Eelectrical Test & Wafer Burn In**

- ET Test: IC 동작에 필요한 각각의 소자에 직류 전압, 전류 특성 파라미터를 테스트하여 정상 작동 여부를 검사한다.
- WBI: 웨이퍼 상에 일정 온도로 가열한 후, 웨이퍼 상에 직류/교류 전압을 인가하여 제품의 잠재성 불량 요소를 색출한다.

**2. Pre-Laser**

- 전기적 신호를 통해 상온보다 높거나 낮은 온도에서 불량 여부를 판정하고, 불량품 중에서 수정 가능한 칩을 Laser Repari Step 으로 보낸다.

**3. Laser Repari & Post Laser**

- Pre Laser에서 선별된 수정가능한 칩을 모아 Laser Beam을 통해 수정한다. 그 후, 정상 동작하는지 확인한다.

**4. Tape Laminate & Bale Grinding**

- 미세화가 필요한 제품군에 들어갈 IC를 위해 웨이퍼 후면을 갈아 얇게 만드는 과정이다. 파티클로부터 웨이퍼를 보호하기 위해 전면부에 UV Tape를 씌우고 연마가 완료되면 다시 벗겨준다.

**5. Linking**

- 불량품으로 판정된 칩에 특수 잉크를 찍어 불량품을 식별한다.



# **Part 2 Dataset(WM-811K) Explain**



## Part2

# Dataset(WM-811K) Explain

```
df.head()
```

	waferMap	dieSize	lotName	waferIndex	trianTestLabel	failureType
0	[[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ...	1683.0	lot1	1.0	[[Training]]	[[none]]
1	[[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ...	1683.0	lot1	2.0	[[Training]]	[[none]]
2	[[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ...	1683.0	lot1	3.0	[[Training]]	[[none]]
3	[[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ...	1683.0	lot1	4.0	[[Training]]	[[none]]
4	[[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ...	1683.0	lot1	5.0	[[Training]]	[[none]]

```
df=pd.read_pickle("../input/LSWMD.pkl")  
df.info()
```

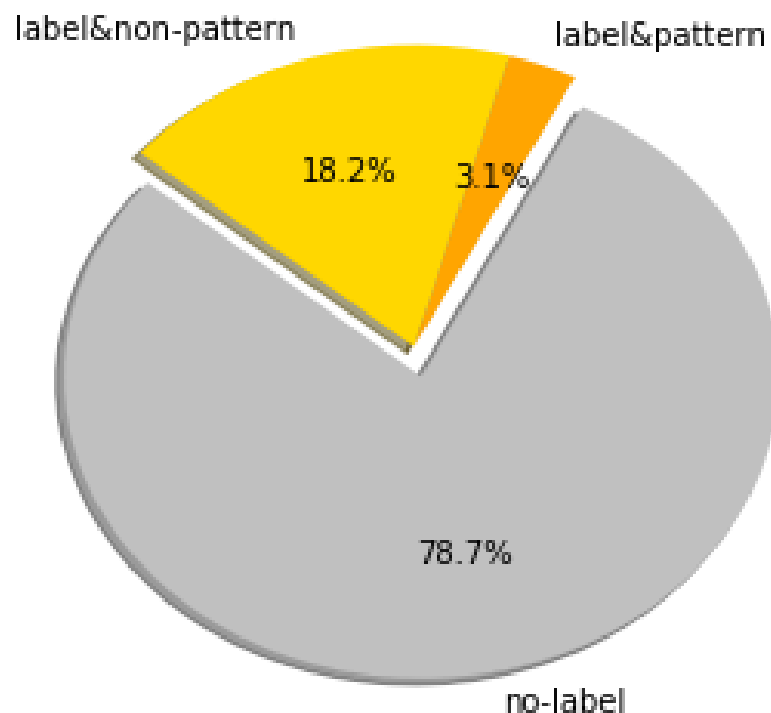
```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>  
RangeIndex: 811457 entries, 0 to 811456  
Data columns (total 6 columns):  
waferMap      811457 non-null object  
dieSize       811457 non-null float64  
lotName       811457 non-null object  
waferIndex    811457 non-null float64  
trianTestLabel 811457 non-null object  
failureType   811457 non-null object  
dtypes: float64(2), object(4)  
memory usage: 37.1+ MB
```

- 본 데이터셋은 “Kaggle WM—811K wafer map” 이라는 데이터셋이다.
- 해당 데이터셋과 불량 표기 방법은 2015 IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing에 발표된 “Wafer Map Failure Pattern Recognition and Similarity Ranking for Large-Scale Data Sets” 에서 공개되었다.
- 본 데이터셋은 1채널 이미지인 waferMap을 X, failureType을 Y로 사용한다.

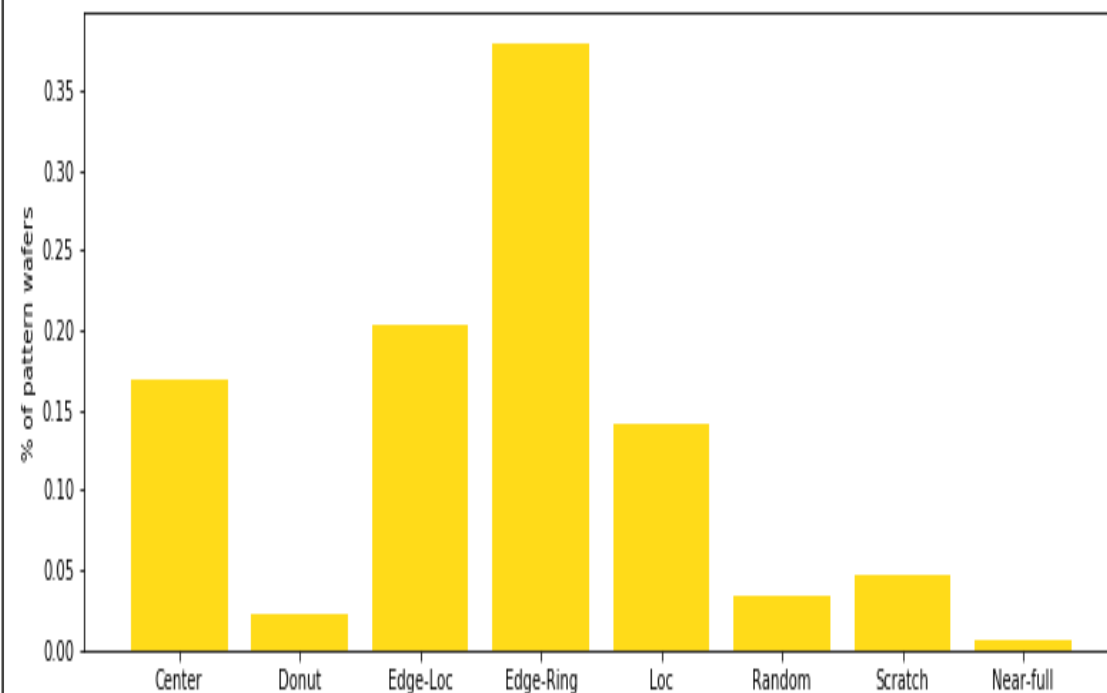
## Part 2

# Dataset(WM-811K) Explain

### Dataset Label Information



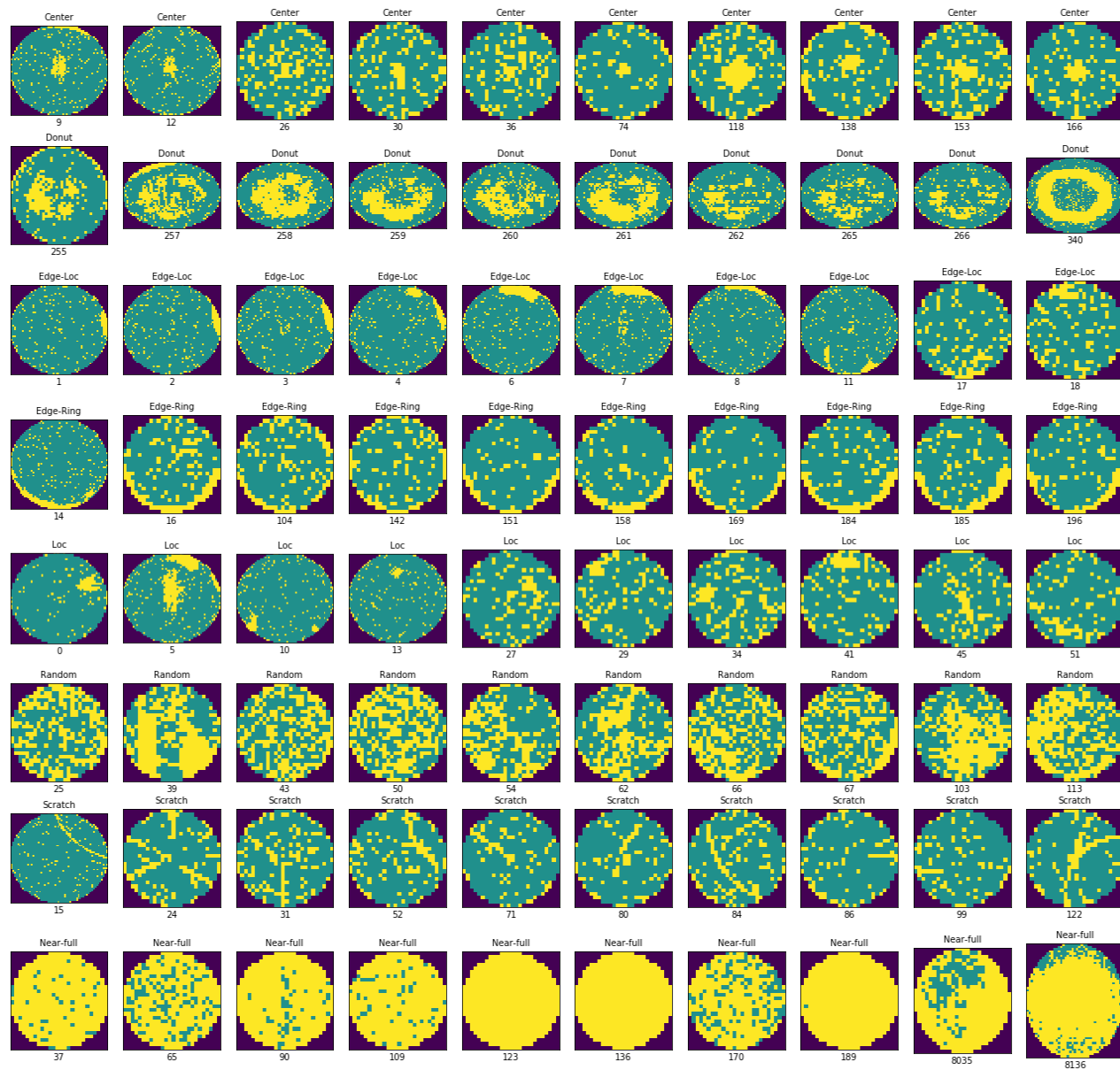
### Failure Type Frequency



- 172,950 wafers have labels while 78.7% wafers with no label based on failureType variable filtering.
- Only 3.1% wafers (25,519 wafers) have real failure patterns while 147,431 wafers were still labeled none

## Part2

# Dataset(WM-811K) Explain



<Sample of Wafer Map Failure Type>

An abstract network diagram featuring numerous glowing blue cubes connected by thin white lines. The cubes are arranged in a complex, interconnected pattern, with some forming a central cluster and others branching out towards the edges. The lines connect the cubes in a way that suggests a flow or relationship between them. The overall aesthetic is futuristic and technological.

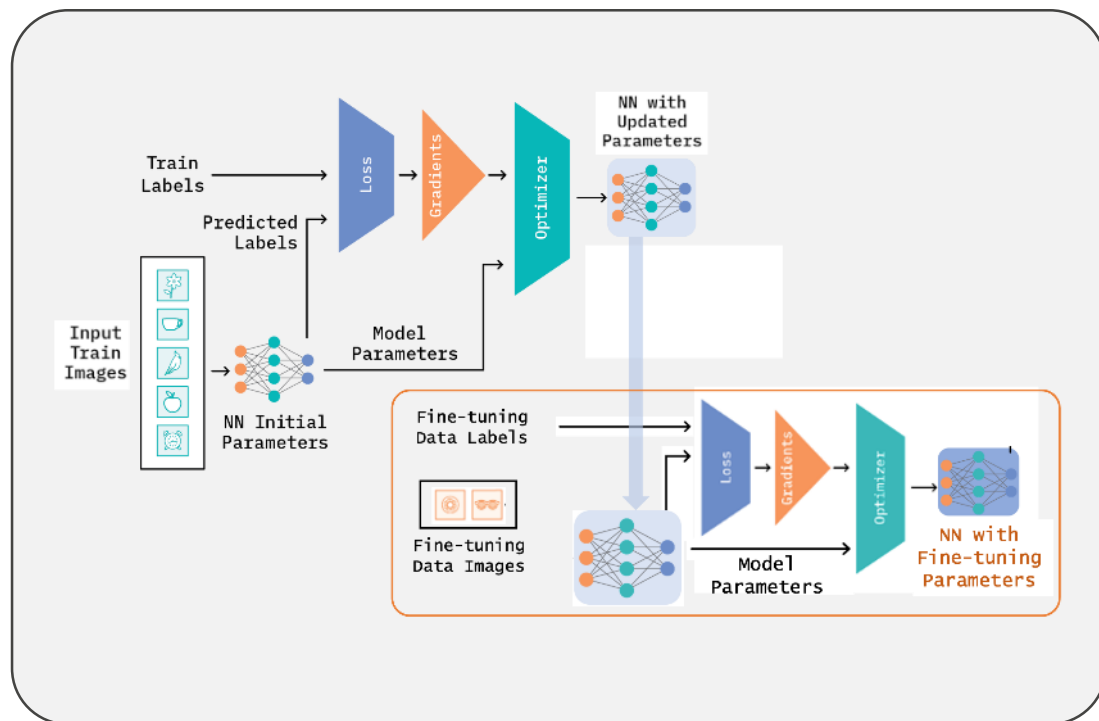
# Part 3 Meta-Learning

# **Few-shot Learning**

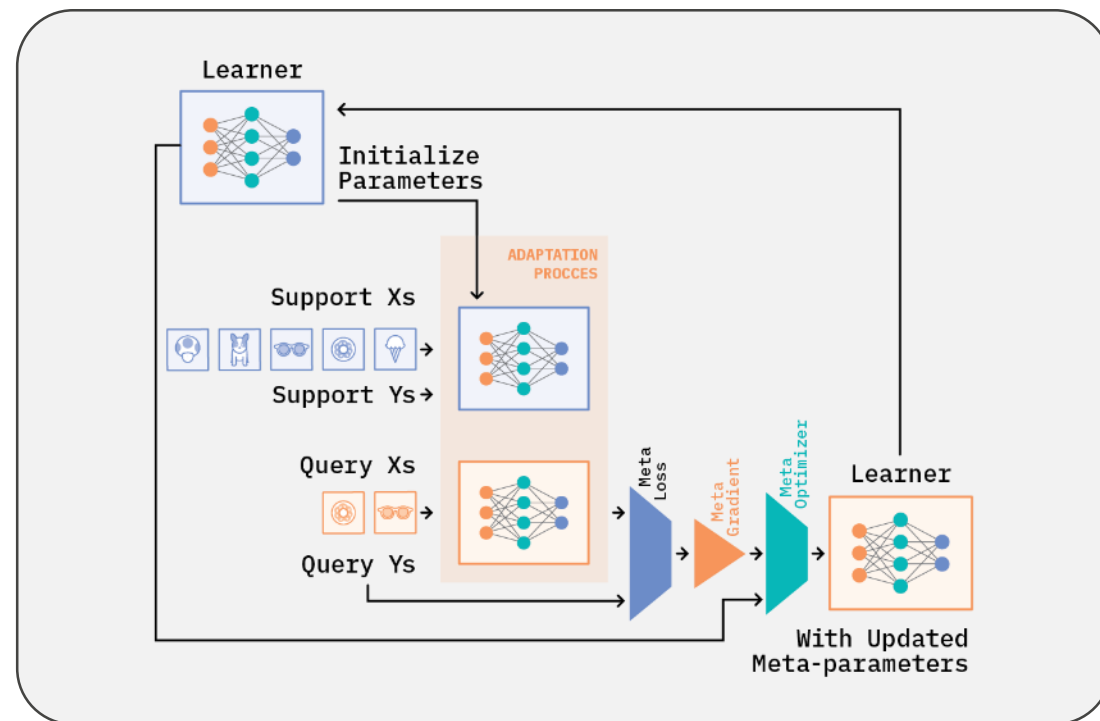
**소량의 데이터(few-shot)만으로도 뛰어난 학습을 하는 모델 만들어보자 !**

## Part 3

# Few-shot Learning



### Transfer-Learning



### Meta-Learning



## Part 3

# Few-shot Learning

## Transfer Learning

- 대량의 데이터로 Pre-trained 모델을 학습 후 소량의 데이터(few-shot) 으로 재학습

$$\phi \leftarrow \theta - \alpha \nabla_{\theta} \mathcal{L}(\theta, \mathcal{D}^{\text{tr}})$$

pre-trained parameters

training data for new task

- pre-trained parameter( $\theta$ )를 가져와 new task에 맞게 optimization 목표는 new task를 위한 최적의  $\phi$  구하기

## Meta Learning

- 여러개의 Task 를 동시에 학습 & 각 Task 간의 차이도 학습 (meta- parameter)

$$\min_{\theta} \sum_{\text{task } i} \mathcal{L}(\theta - \alpha \nabla_{\theta} \mathcal{L}(\theta, \mathcal{D}_i^{\text{tr}}), \mathcal{D}_i^{\text{ts}})$$

- 전체 학습 이후 소량의 데이터(few-shot) 으로도 추론 할 수 있는 범용적인 모델 생성

A black and white photograph of a person's hands typing on a laptop keyboard. The scene is dimly lit, with the laptop screen and keyboard providing the primary light source. The person's hands are positioned over the keyboard, with fingers pressing down on the keys. The background is dark and out of focus, showing some papers or documents. The overall mood is professional and focused.

# **Part 4   Future Work**

**첫째****Create environmental assumption** (Few Wafer Data)**둘째****Training Meta-learning model** (Metric or Optimizer based)**셋째****Transfer Learning for Wafer Defect Detection****넷째****Compare performance with base model**

**Thank you**

