

초등학생 AI모델 고등학교 보내기:

Continual Learning으로 지속적으로 성장하는 AI시스템 만들기

박경호, 정현희

SOCAR

NAVER DEVVIEW 2023

이 세션을 들으시면 좋을 분들

이 세션은 Continuous Scenario에서의 AI 시스템 디자인과 연구 내용을 소개합니다

AI를 어떻게
현실에 적용하는지
궁금하신 분들

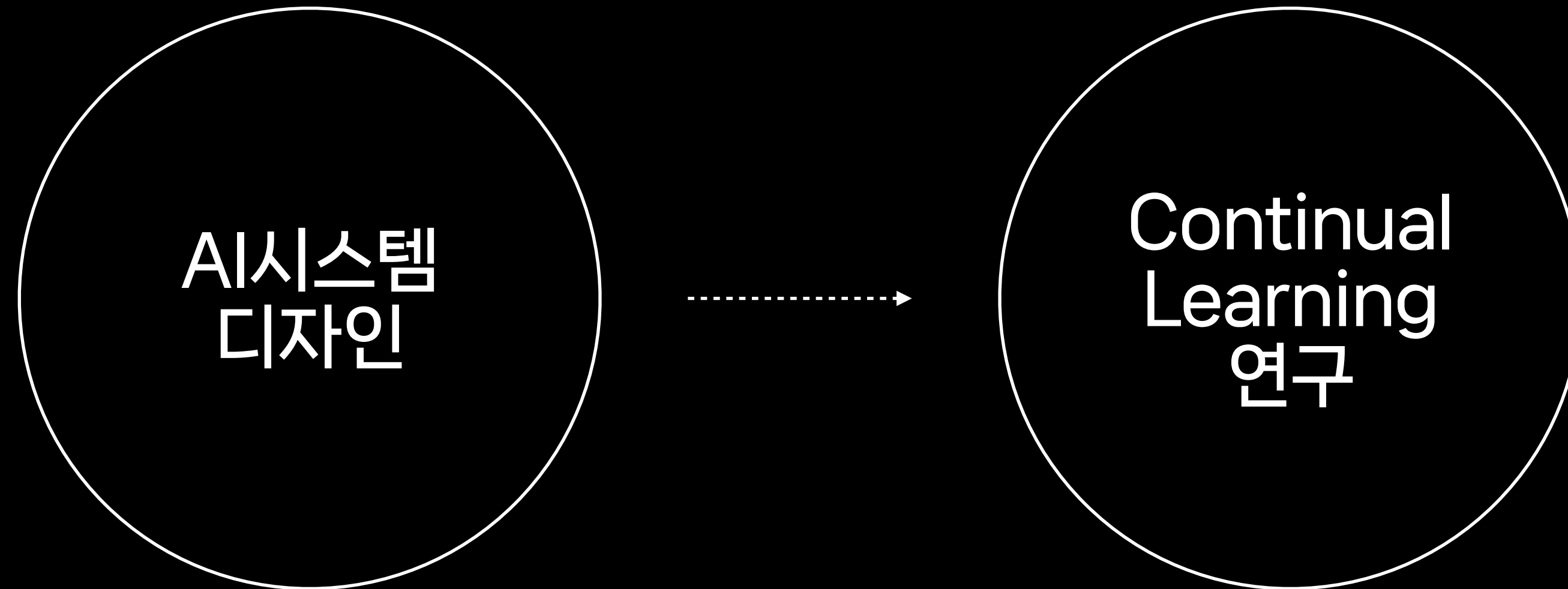
배포한 모델의
재학습을 고민하는
ML Engineer

Continual Learning을
연구하는 ML Scientist

세션 구성

NAVER
DEVVIEW
2023

이 세션은 현실에서 동작하는 AI시스템 디자인과 연구 내용을 다룹니다



CONTENTS

1. Background and Motivation
2. Continuous AI System
3. Continual Learning
4. Brain-inspired Continual Learning
5. Summary

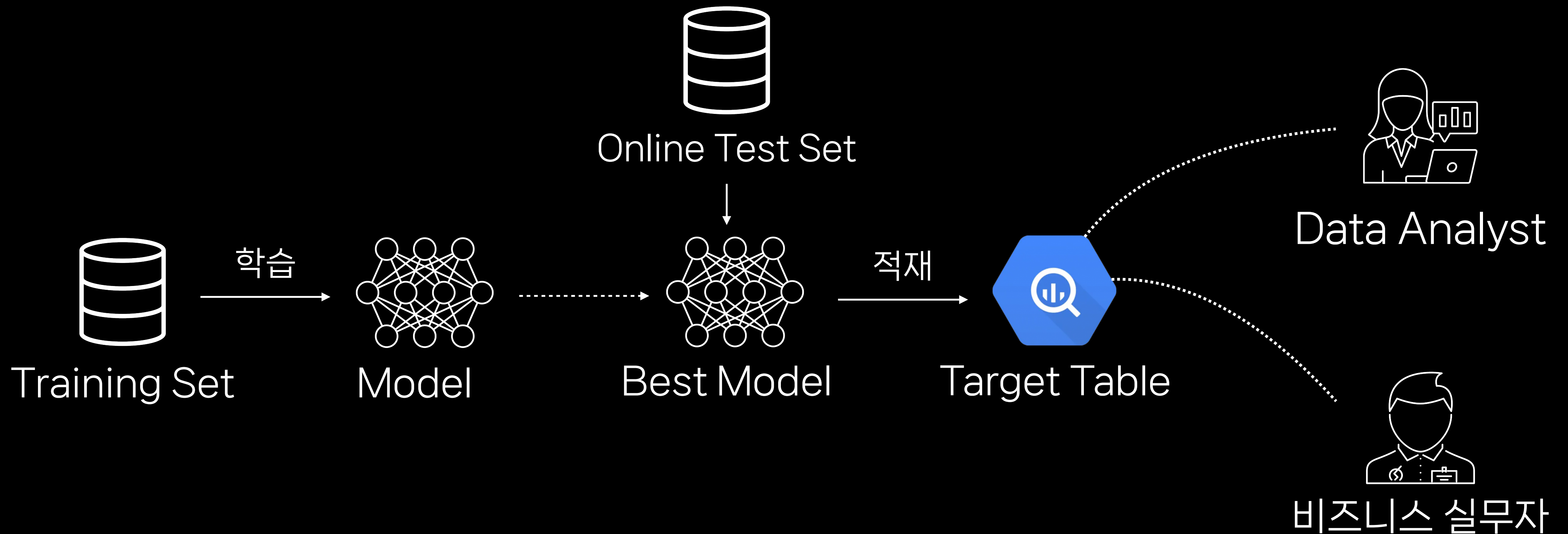
1. Background and Motivation

왜 AI시스템은 지속적으로 성장해야하는가?

일반적인 AI의 Lifecycle

NAVER
DEVVIEW
2023

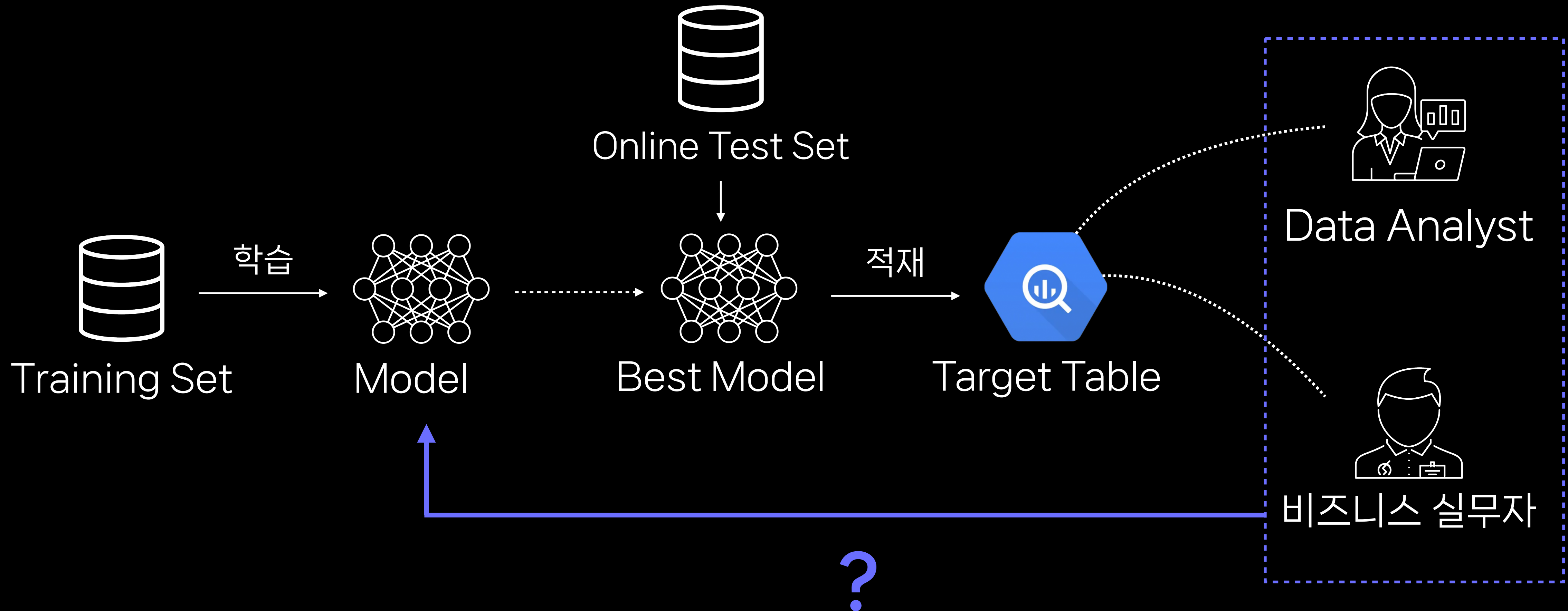
우리는 최고 성능을 달성한 모델을 배포하고, 특정 테이블에 Inference 결과를 적재합니다



현실에서의 Goal

NAVER
DEVVIEW
2023

현실에서 동작하는 AI 시스템은 End-User의 피드백을 받아 지속적으로 업데이트해주어야 합니다

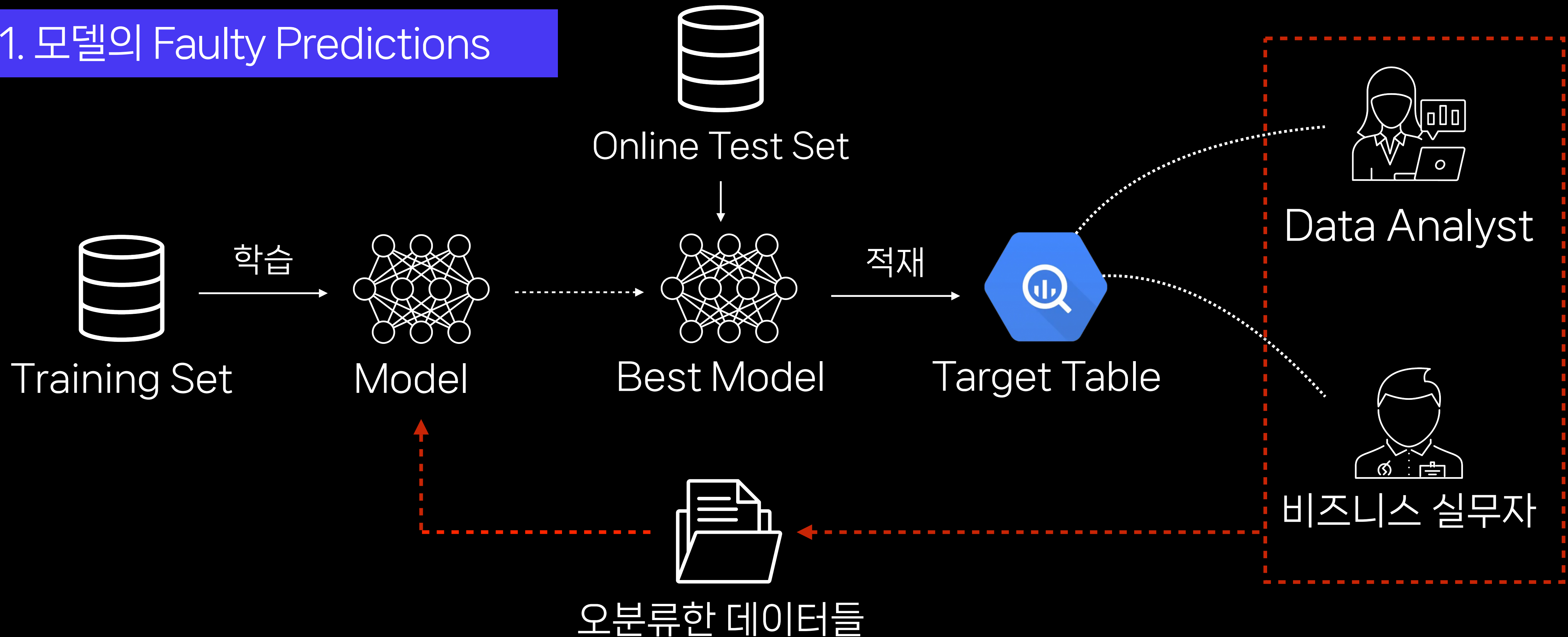


Key Challenges

NAVER
DEVVIEW
2023

그러나, 현실에서는 학습시킨 모델을 지속적으로 업데이트 해야하고, 몇 가지 Challenge가 있습니다

1. 모델의 Faulty Predictions

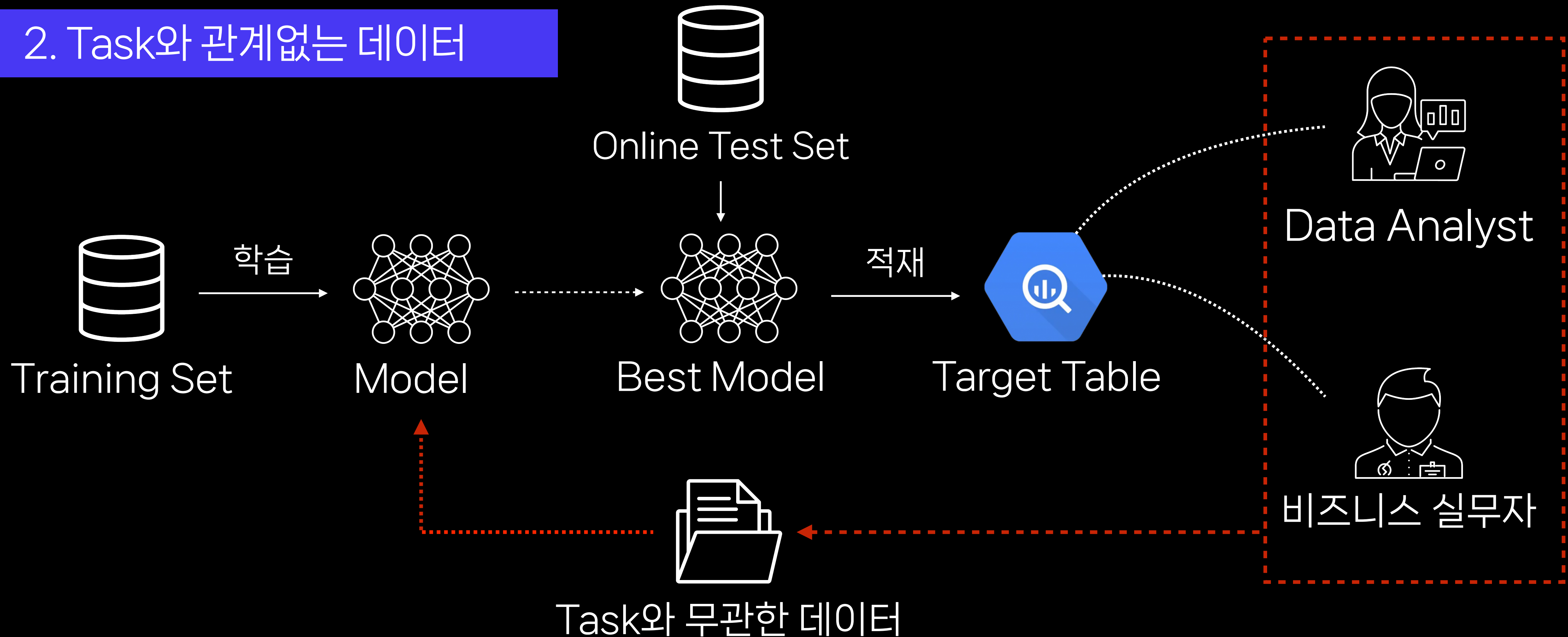


Key Challenges

NAVER
DEVVIEW
2023

그러나, 현실에서는 학습시킨 모델을 지속적으로 업데이트 해야하고, 몇 가지 Challenge가 있습니다

2. Task와 관계없는 데이터

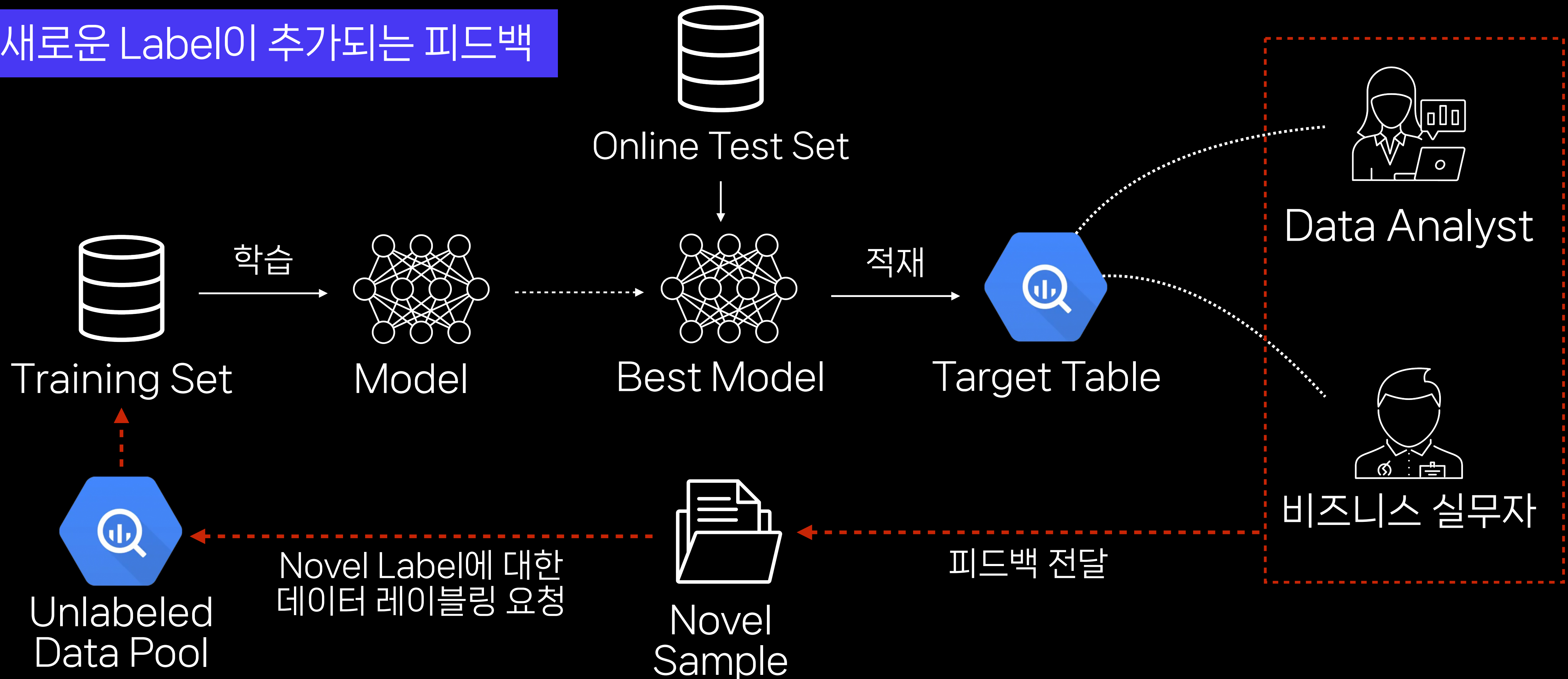


Key Challenges

NAVER
DEVVIEW
2023

그러나, 현실에서는 학습시킨 모델을 지속적으로 업데이트 해야하고, 몇 가지 Challenge가 있습니다

3. 새로운 Label이 추가되는 피드백



AI를 어떻게 지속적으로 개선할 수 있을까?

Key Challenges

NAVER
DEVVIEW
2023

그러나, 현실에서는 학습시킨 모델을 지속적으로 업데이트 해야하고, 몇 가지 Challenge가 있습니다

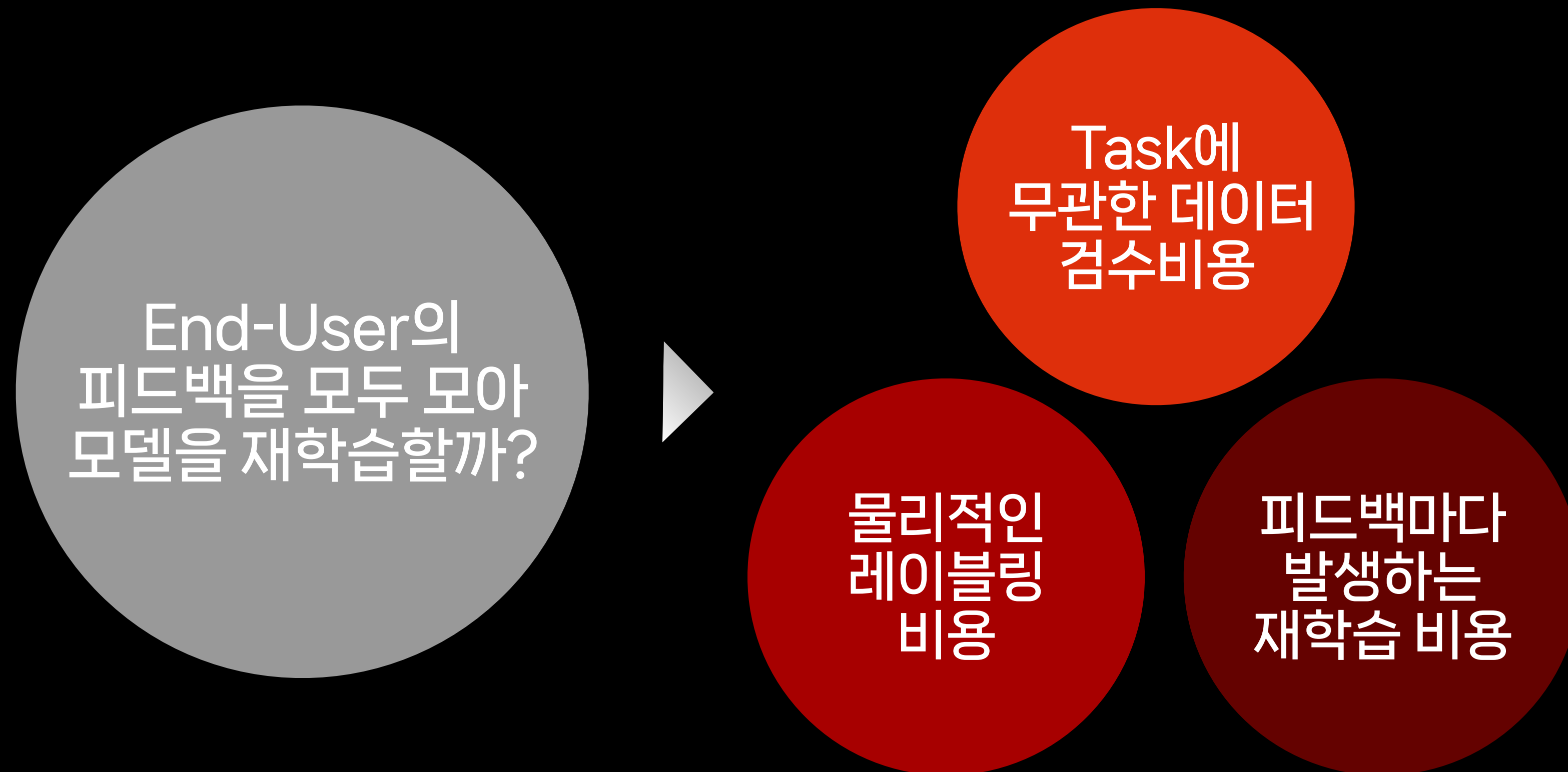


End-User의
피드백을 모두 모아
모델을 재학습할까?

Key Challenges

NAVER
DEVVIEW
2023

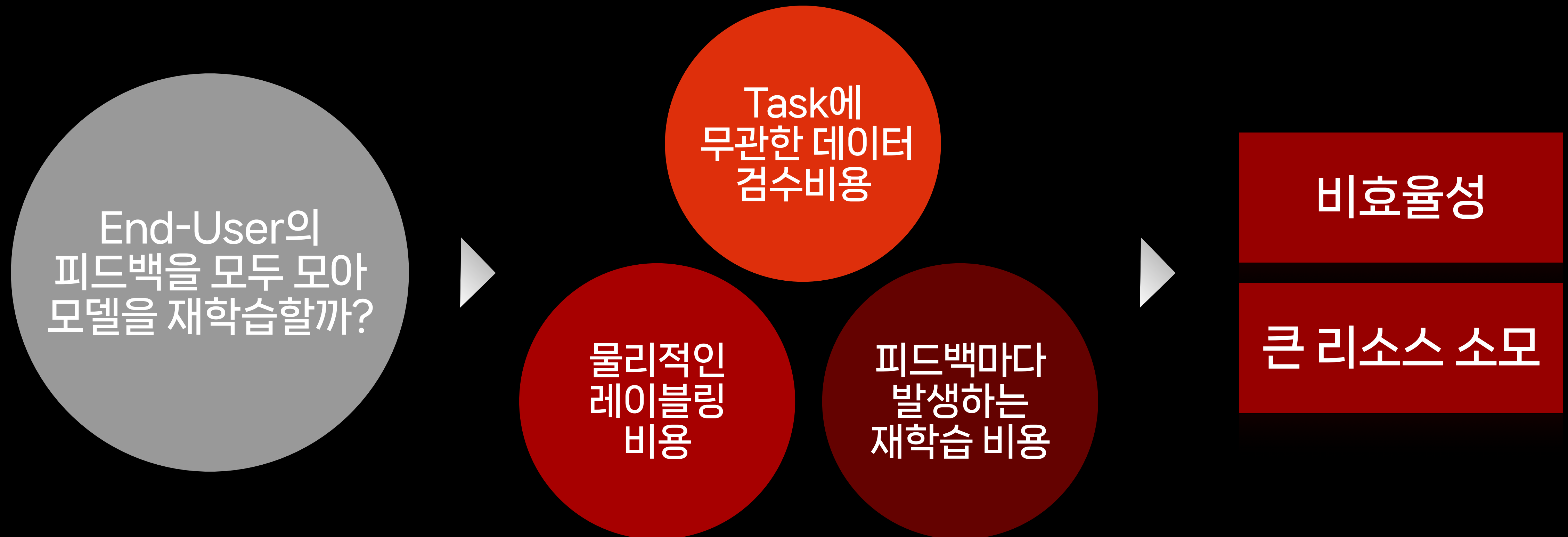
그러나, 현실에서는 학습시킨 모델을 지속적으로 업데이트 해야하고, 몇 가지 Challenge가 있습니다



Key Challenges

NAVER
DEVVIEW
2023

그러나, 현실에서는 학습시킨 모델을 지속적으로 업데이트 해야하고, 몇 가지 Challenge가 있습니다



**어떻게하면 효율적으로
AI모델을 재학습시킬 수 있을까?**

Tech Objective

NAVER
DEVVIEW
2023

지속적으로 성장하는 AI시스템의 3가지 Requirement를 도출하였습니다

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다

효율적으로
Scientist가 요구하는
데이터를 수집한다

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다

2. Continuous AI System

어떻게 지속적으로 성장하는 AI시스템을 설계했는가?

그 전에 잠깐

**카셰어링 도메인에서는
어떤 문제를 풀고있는가?**

Image Classification at SOCAR

NAVER
DEVVIEW
2023

카셰어링 도메인에서는 사용자가 촬영한 차량 이미지가 주어졌을 때 차의 상태를 분류하는 Task를 풀고 있습니다



차량 이용전
사용자가 사진 촬영

Image Classification at SOCAR

NAVER
DEVVIEW
2023

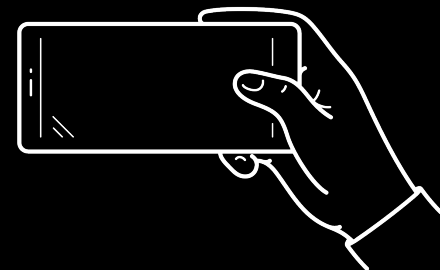
카셰어링 도메인에서는 사용자가 촬영한 차량 이미지가 주어졌을 때 차의 상태를 분류하는 Task를 풀고 있습니다



Database



앱을 통해 업로드

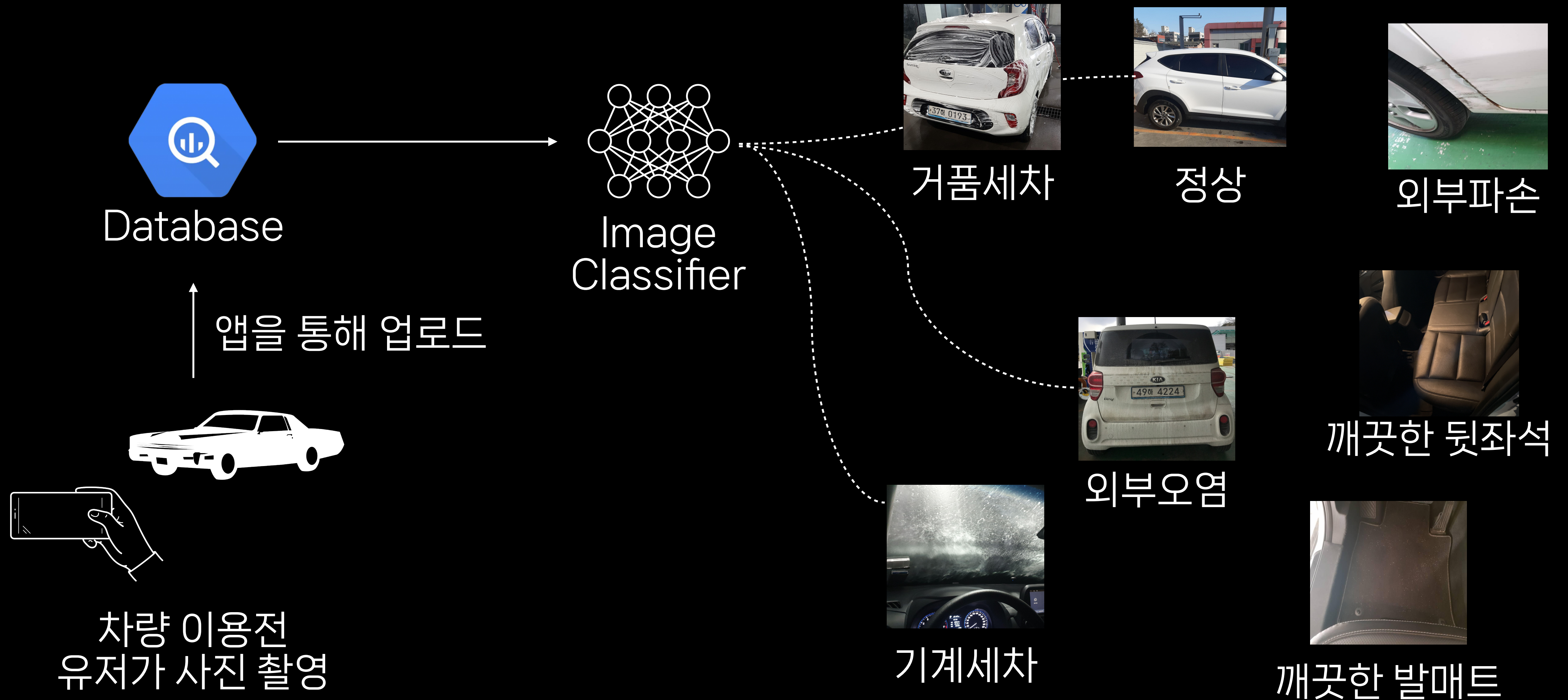


차량 이용전
유저가 사진 촬영

Image Classification at SOCAR

NAVER
DEVVIEW
2023

카셰어링 도메인에서는 사용자가 촬영한 차량 이미지가 주어졌을 때 차의 상태를 분류하는 Task를 풀고 있습니다



Domain Benchmark Dataset

NAVER
DEVVIEW
2023

카셰어링에서 주요하게 다루는 차량 상태를 수집해 사내 Benchmark를 수립하였습니다



정상



파손

...



오염



거품세차



기계세차



Domain
Benchmark



깨끗한 컵홀더



오염된 컵홀더

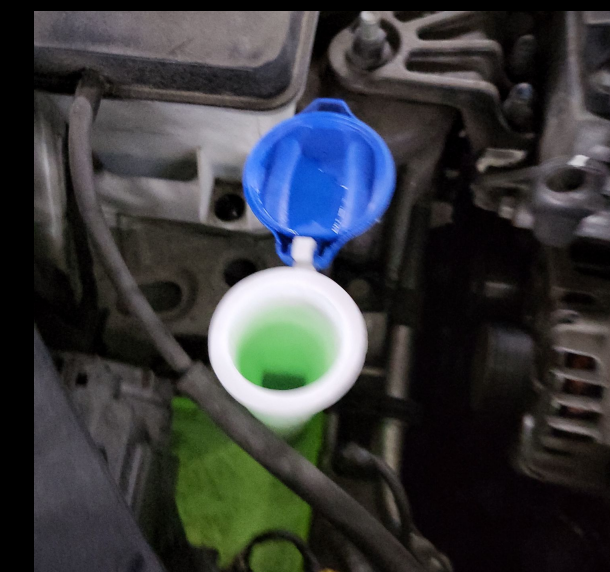
...



깨끗한 발매트



오염된 발매트



워셔액 투입구

Training Classifier

NAVER
DEVVIEW
2023

효과적인 Inductive Bias 구축을 위해 아래와 같은 기법을 활용해 Classifier를 학습시켰습니다

ResNet-101
Backbone

Cross-Entropy
Loss

Contrastive
Learning 기반의
Pre-training
(i.e., BYOL)

Label
Smoothing

Training Classifier

NAVER
DEVVIEW
2023

효과적인 Inductive Bias 구축을 위해 아래와 같은 기법을 활용해 Classifier를 학습시켰습니다



Demo: 차량 파손탐지 시스템

다시 AI시스템으로 돌아와서

Continuous Scenario에서 동작하는
AI시스템이 갖추어야할 요건들은 무엇일까?

Tech Objective

NAVER
DEVIEW
2023

지속적으로 성장하는 AI시스템의 3가지 Requirement를 도출하였습니다

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다

효율적으로
필요한 데이터를
수집한다

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection을 이용해 Task와 관계없는 데이터를 Isolate합니다

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다

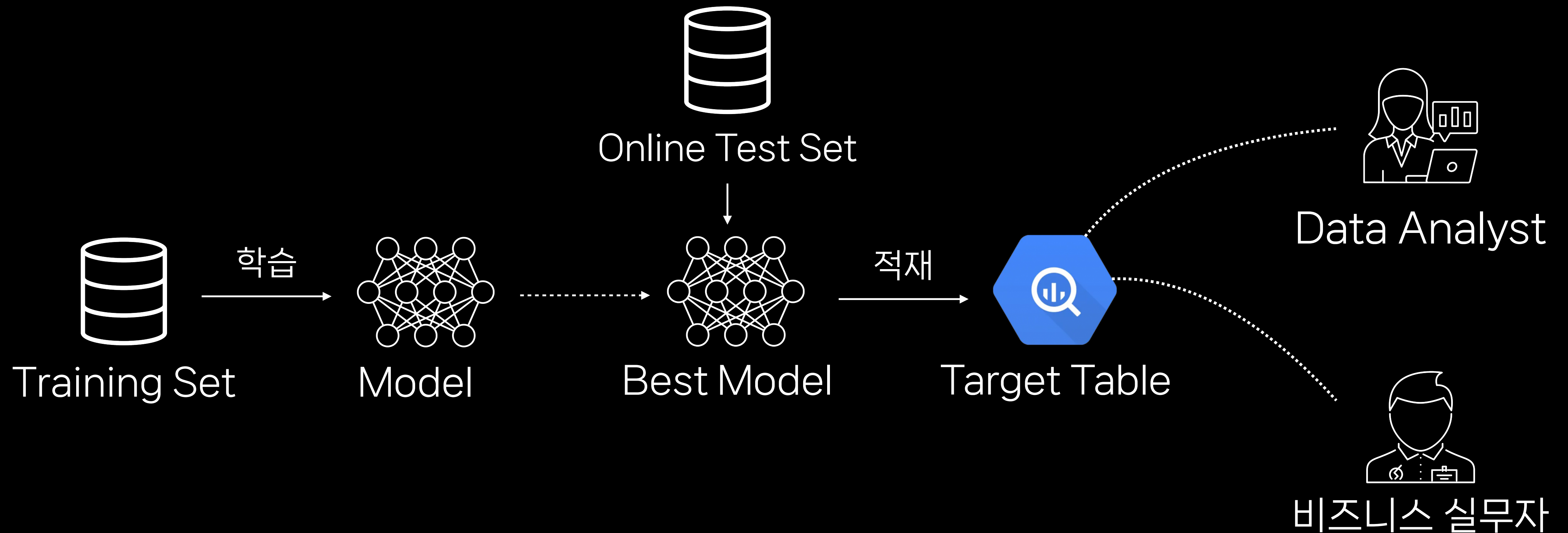
효율적으로
필요한 데이터를
수집한다

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

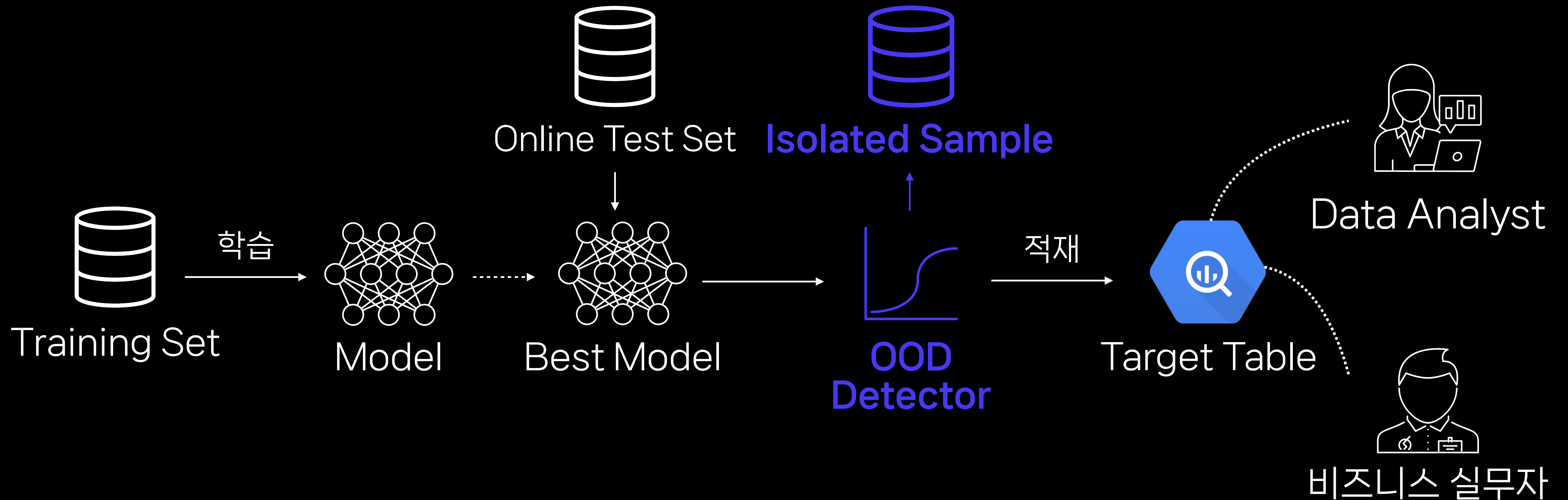
일반적인 AI시스템은 Task와 관계없는 데이터를 모두 Known Label들 중 하나로 Predict합니다



Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

일반적인 AI시스템은 Task와 관계없는 데이터를 모두 Known Label들 중 하나로 Predict합니다



Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다



3	4	2	1	9	5	6	2	1	8
8	9	1	2	5	0	0	6	6	4
6	7	0	1	6	3	6	3	7	0
3	7	7	9	4	6	6	1	8	2
2	9	3	4	3	9	8	7	2	5
1	5	9	8	3	6	5	7	2	3
9	3	1	9	1	5	8	0	8	4
5	6	2	6	8	5	8	8	9	9
3	7	7	0	9	4	8	5	4	3
7	9	6	4	7	0	6	9	2	3

MNIST

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다

3 4 2 1 9 5 6 2 1 8
8 9 1 2 5 0 0 6 6 4
6 7 0 1 6 3 6 3 7 0
3 7 7 9 4 6 6 1 8 2
2 9 3 4 3 9 8 7 2 5
1 5 9 8 3 6 5 7 2 3
9 3 1 9 1 5 8 0 8 4
5 6 2 6 8 5 8 8 9 9
3 7 7 0 9 4 8 5 4 3
7 9 6 4 7 0 6 9 2 3

MNIST



SVHN

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다

3 4 2 1 9 5 6 2 1 8
8 9 1 2 5 0 0 6 6 4
6 7 0 1 6 3 6 3 7 0
3 7 7 9 4 6 6 1 8 2
2 9 3 4 3 9 8 7 2 5
1 5 9 8 3 6 5 7 2 3
9 3 1 9 1 5 8 0 8 4
5 6 2 6 8 5 8 8 9 9
3 7 7 0 9 4 8 5 4 3
7 9 6 4 7 0 6 9 2 3

MNIST

Covariate Shift



SVHN

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다



MNIST



Not-MNIST

Covariate Shift



SVHN

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다



MNIST

Near-OOD



Not-MNIST

Covariate Shift



SVHN

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다



MNIST

Near-OOD

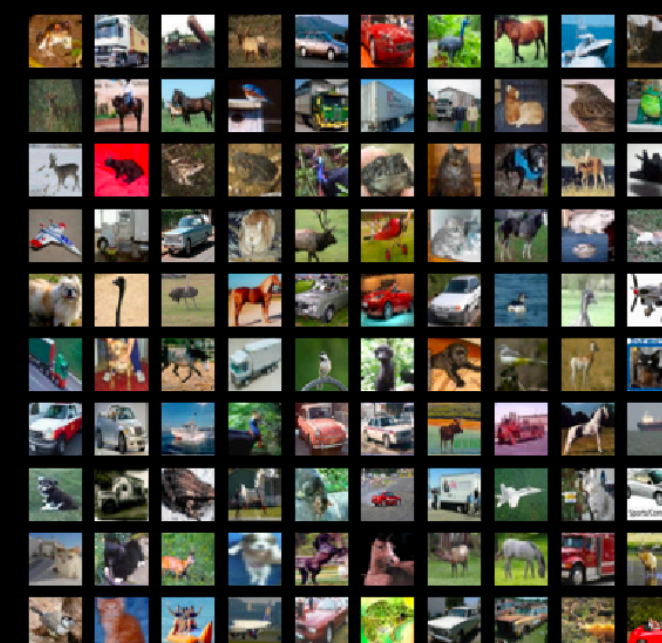


Not-MNIST

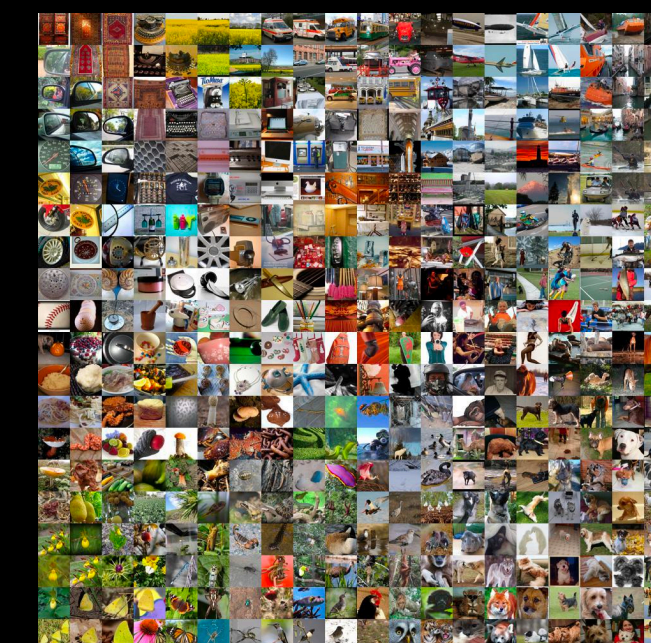
Covariate Shift



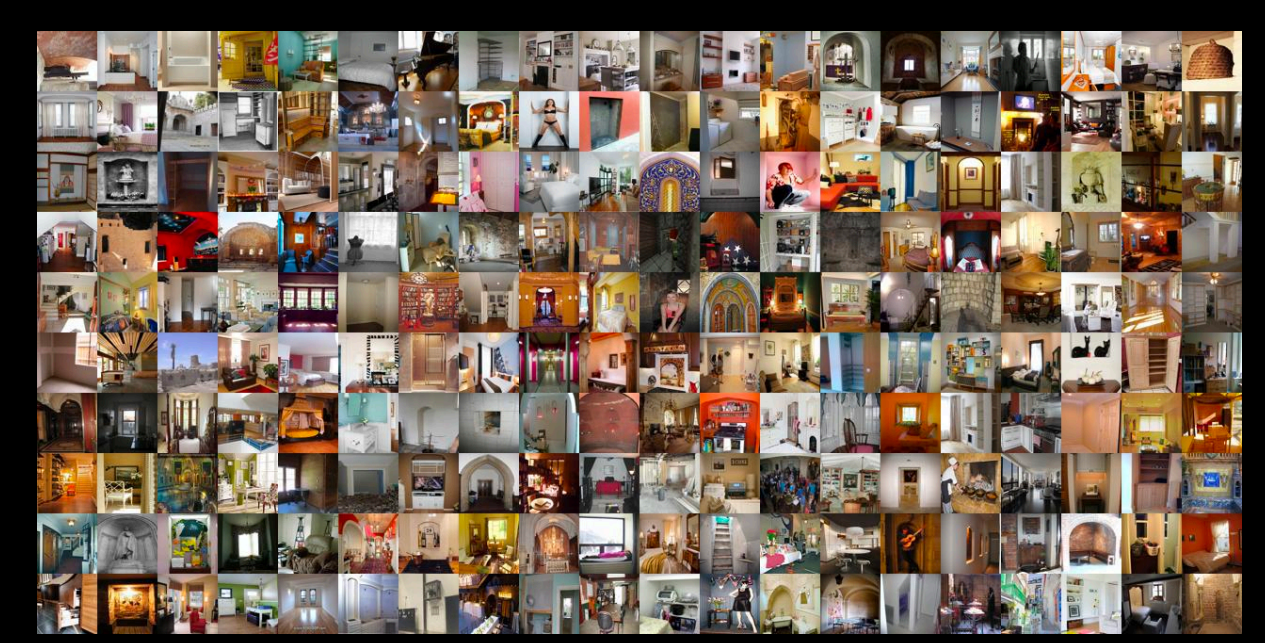
SVHN



CIFAR-10



ImageNet



Place365

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection이란 학습데이터의 분포와 다른 분포에서 비롯한 데이터를 탐지하는 기법입니다



MNIST

Near-OOD



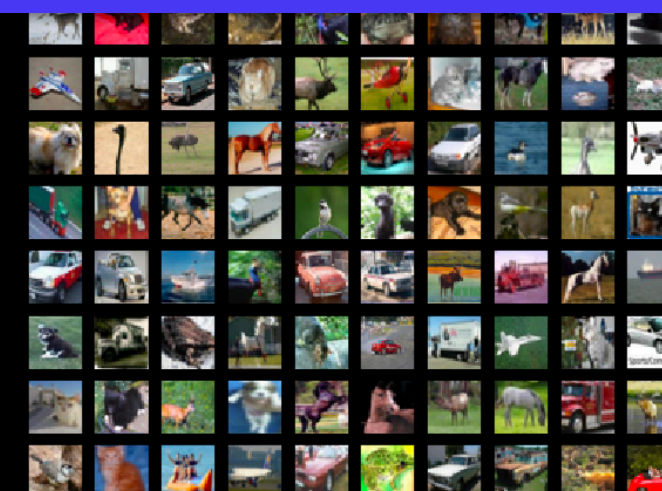
Not-MNIST

Covariate Shift

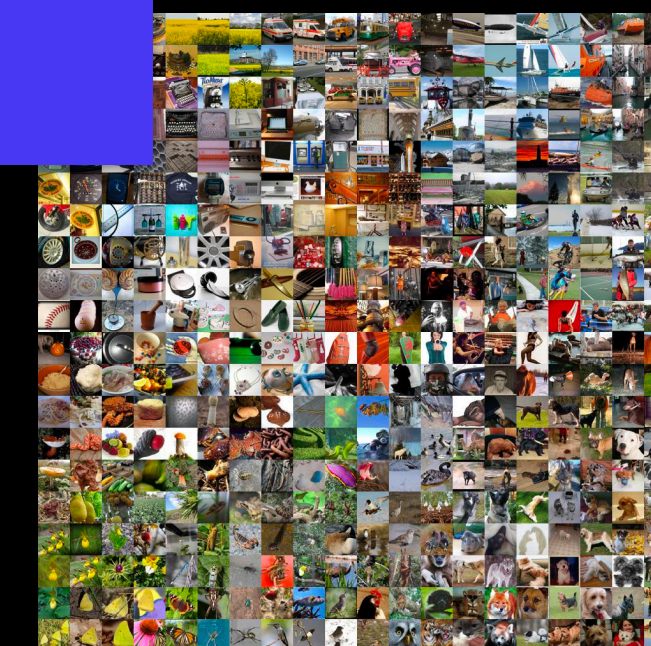


SVHN

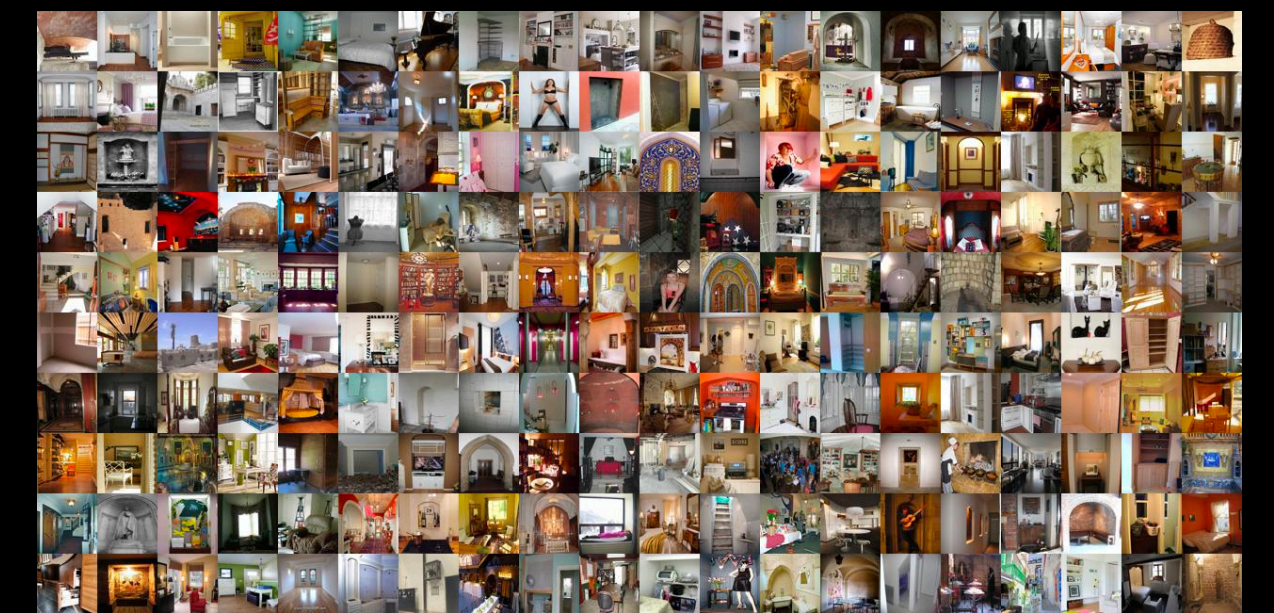
Far-OOD



CIFAR-10



ImageNet

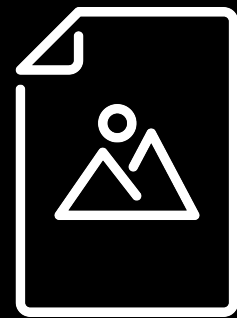


Place365

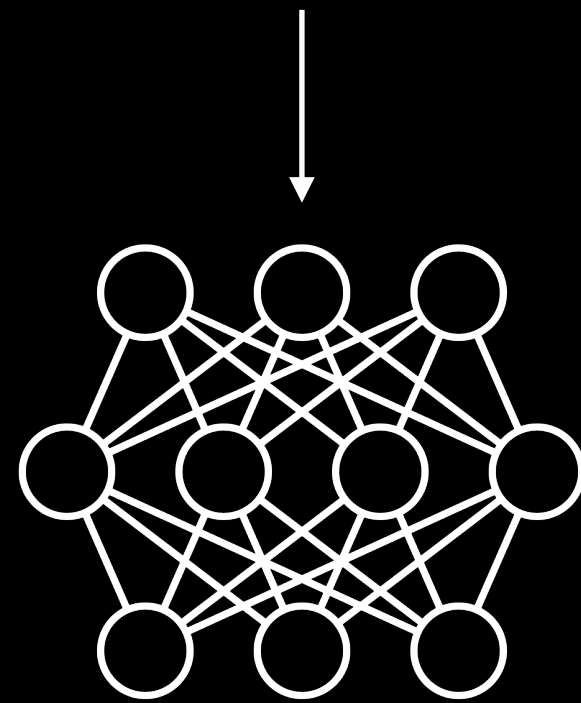
Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



Online Test Sample

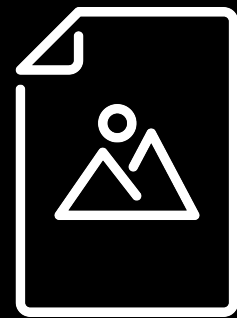


Best Model

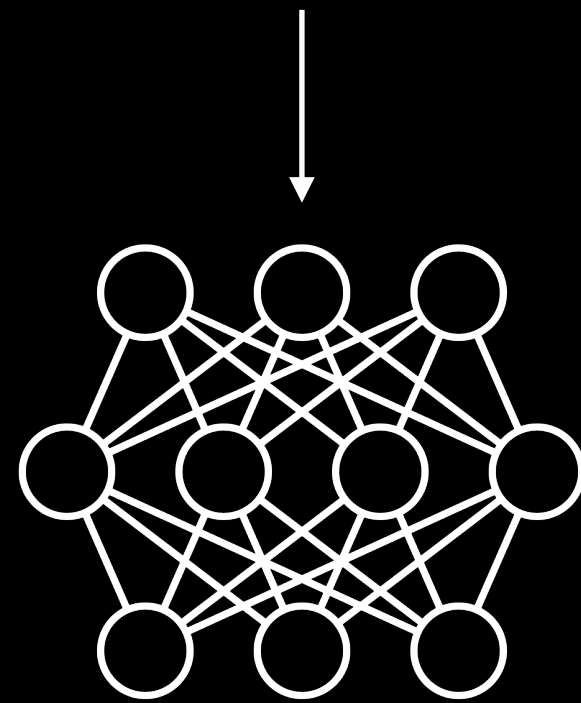
Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



Online Test Sample



Best Model

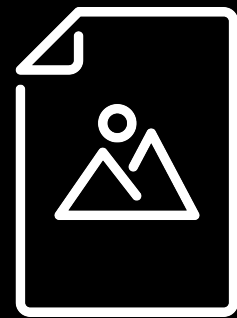

$$\begin{bmatrix} -0.1203 \\ 0.0128 \\ \mathbf{0.4832} \\ \dots \\ 0.0023 \end{bmatrix}$$

Logit Vector
Before Softmax

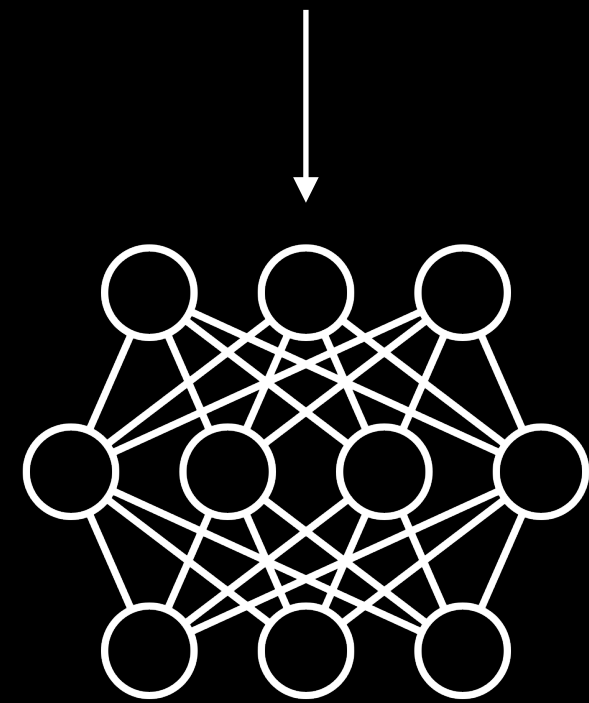
Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



Online Test Sample



Best Model



-0.1203
0.0128
0.4832
...
0.0023

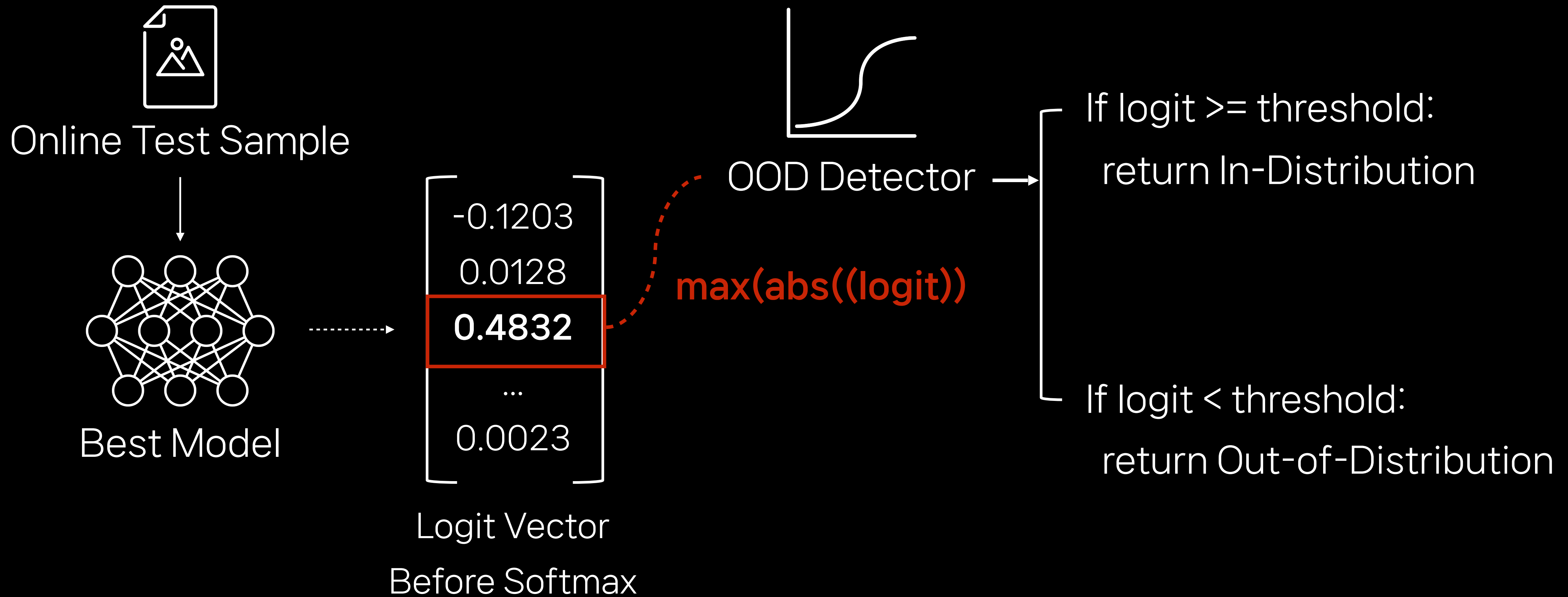
Logit Vector
Before Softmax

$\max(\text{abs}(\text{logit}))$

Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

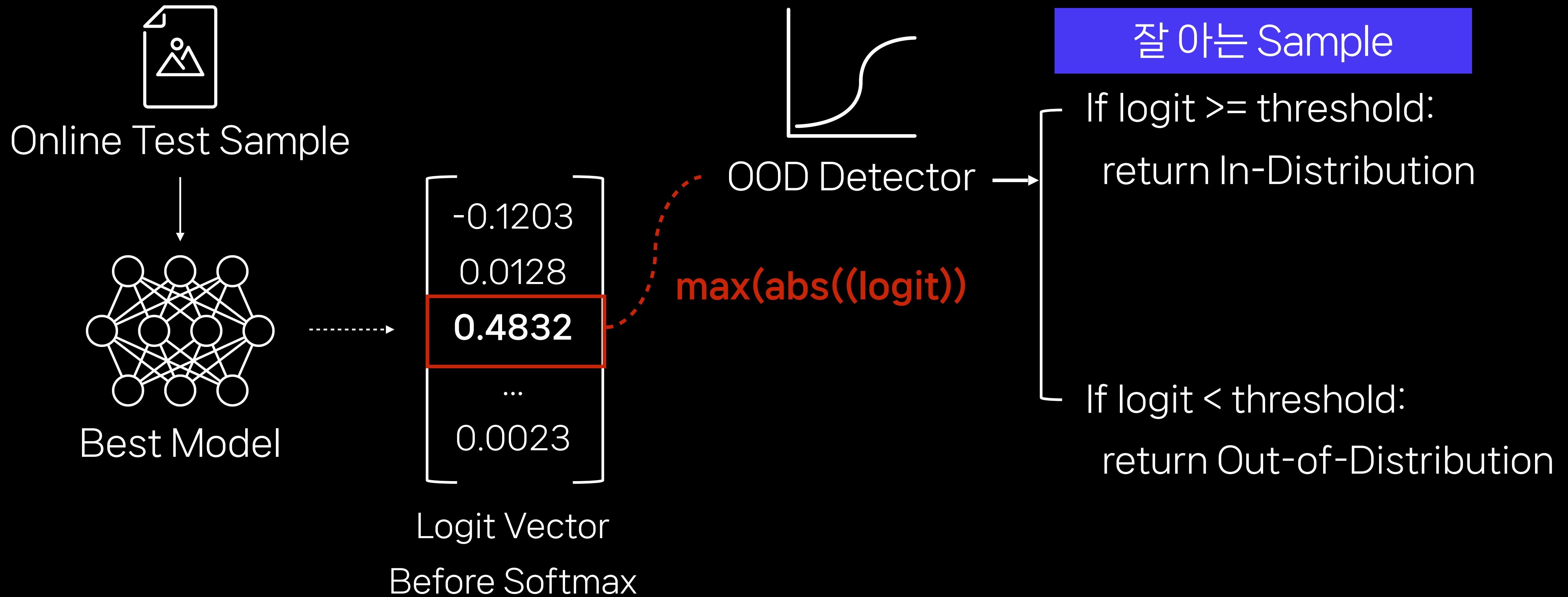
Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

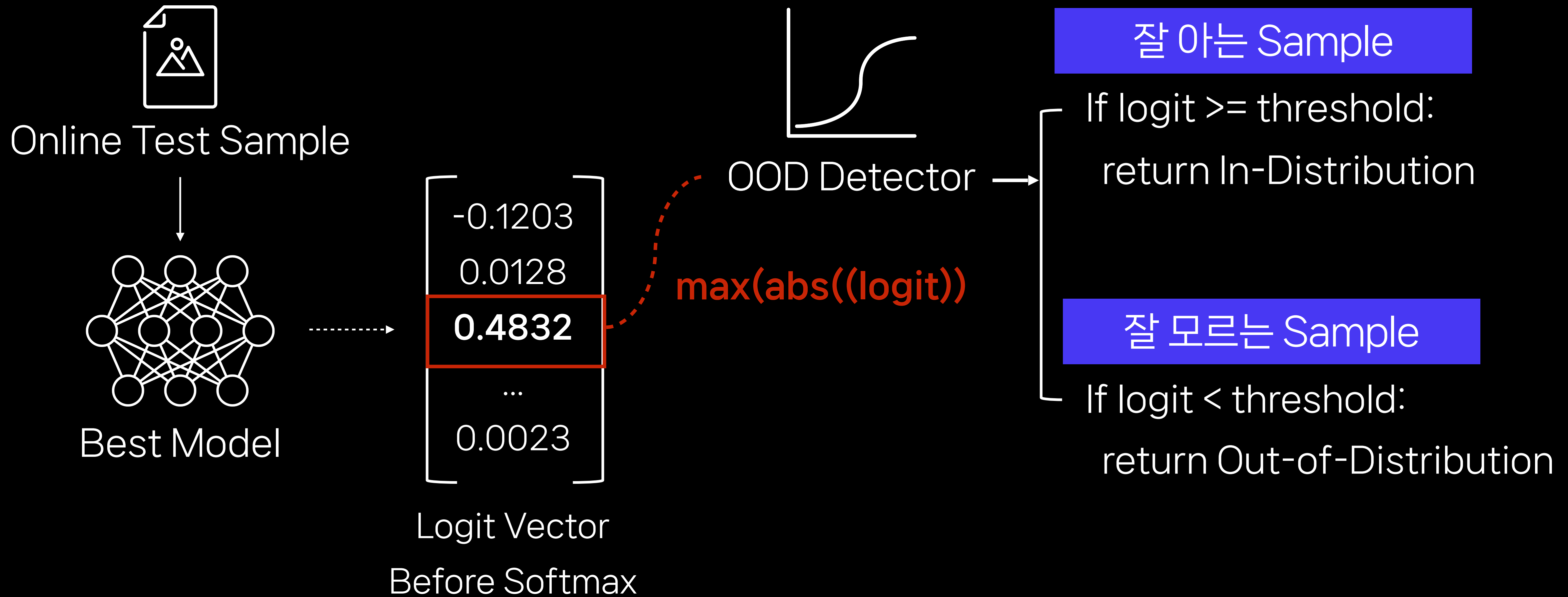
Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

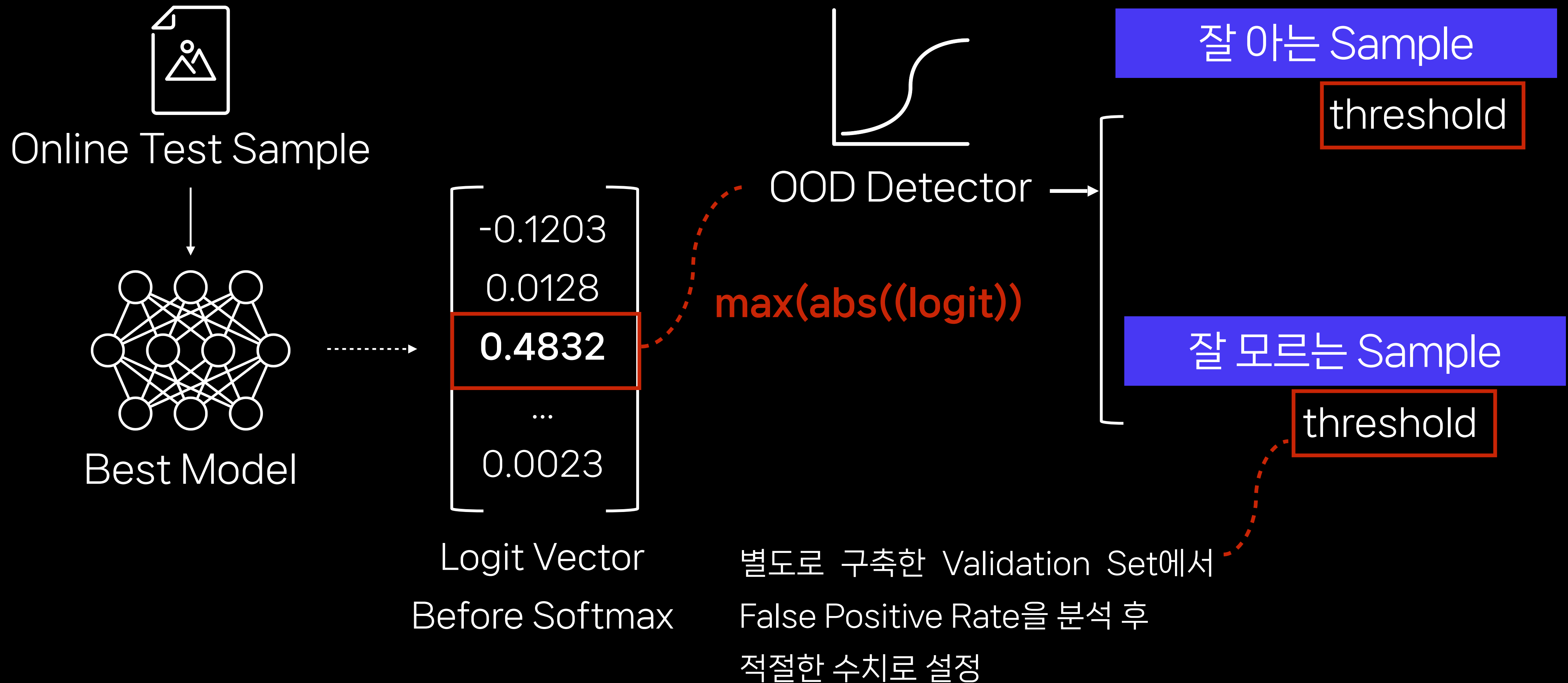
Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



Out-of-Distribution Detection

NAVER
DEVVIEW
2023

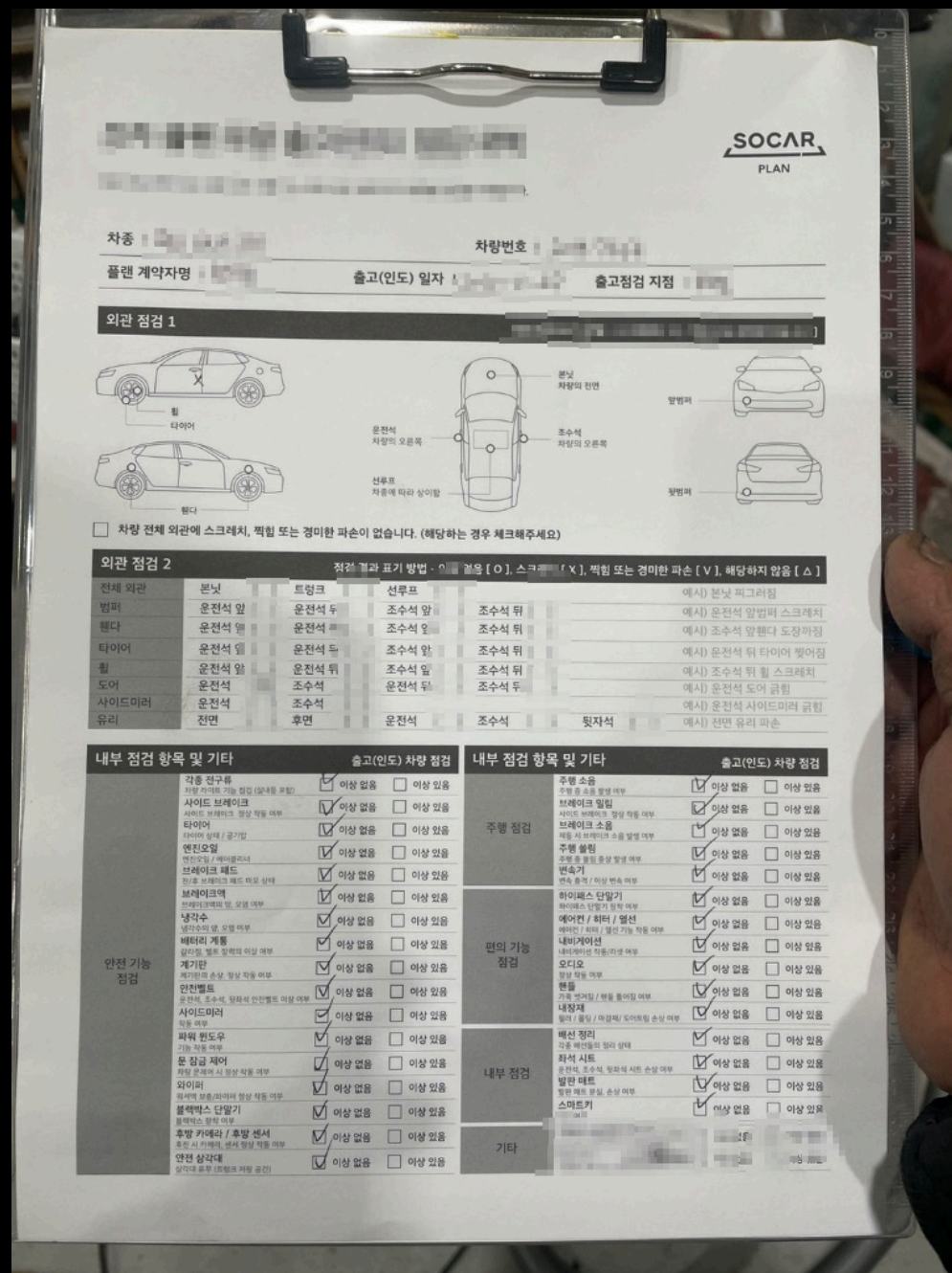
Classifier가 Yield한 Logit Vector 값을 이용해 OOD Detection을 수행합니다



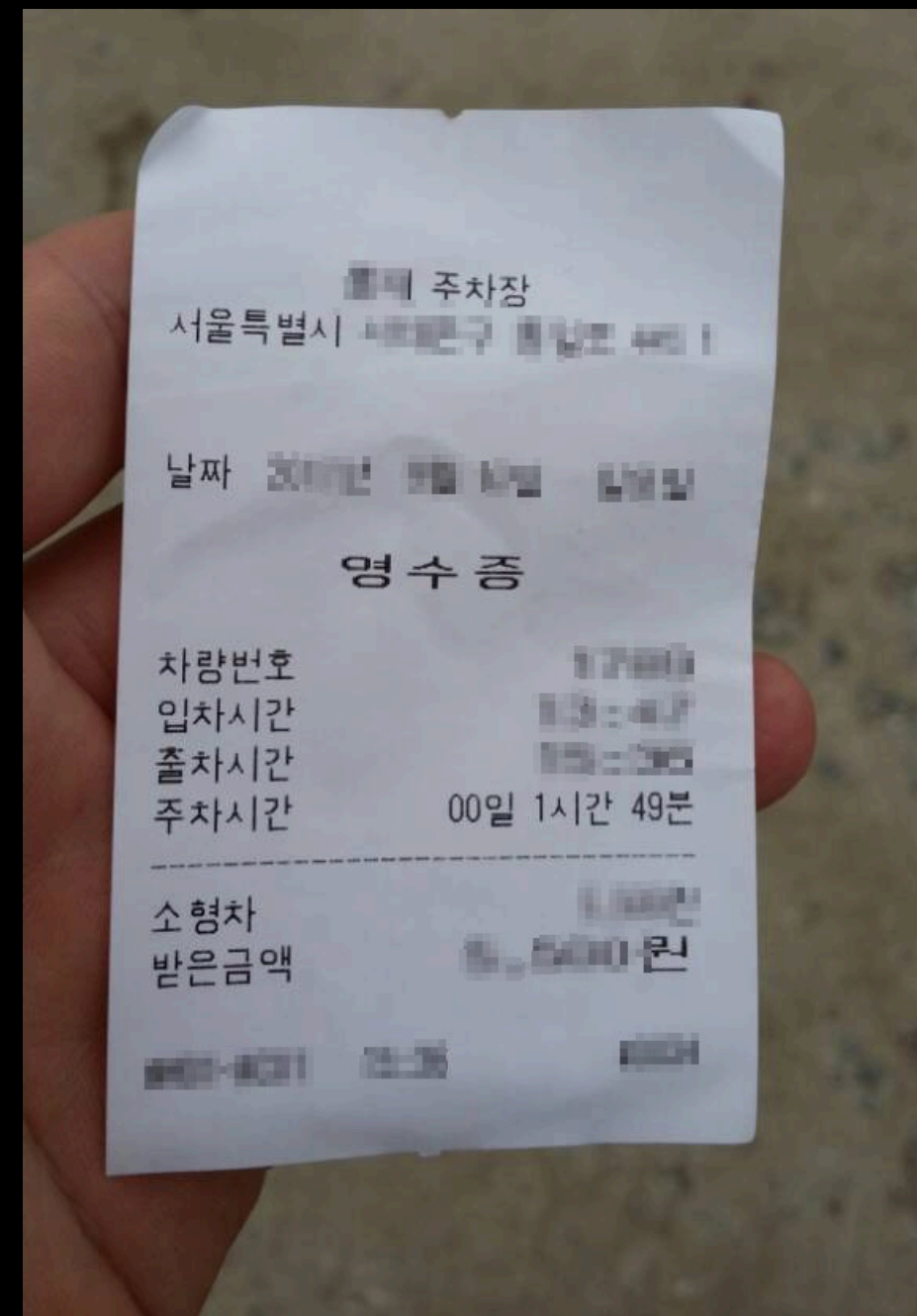
Out-of-Distribution Detection

NAVER DEVIEW 2023

카셰어링 도메인에서 탐지된 OOD 샘플들



차량인도서류



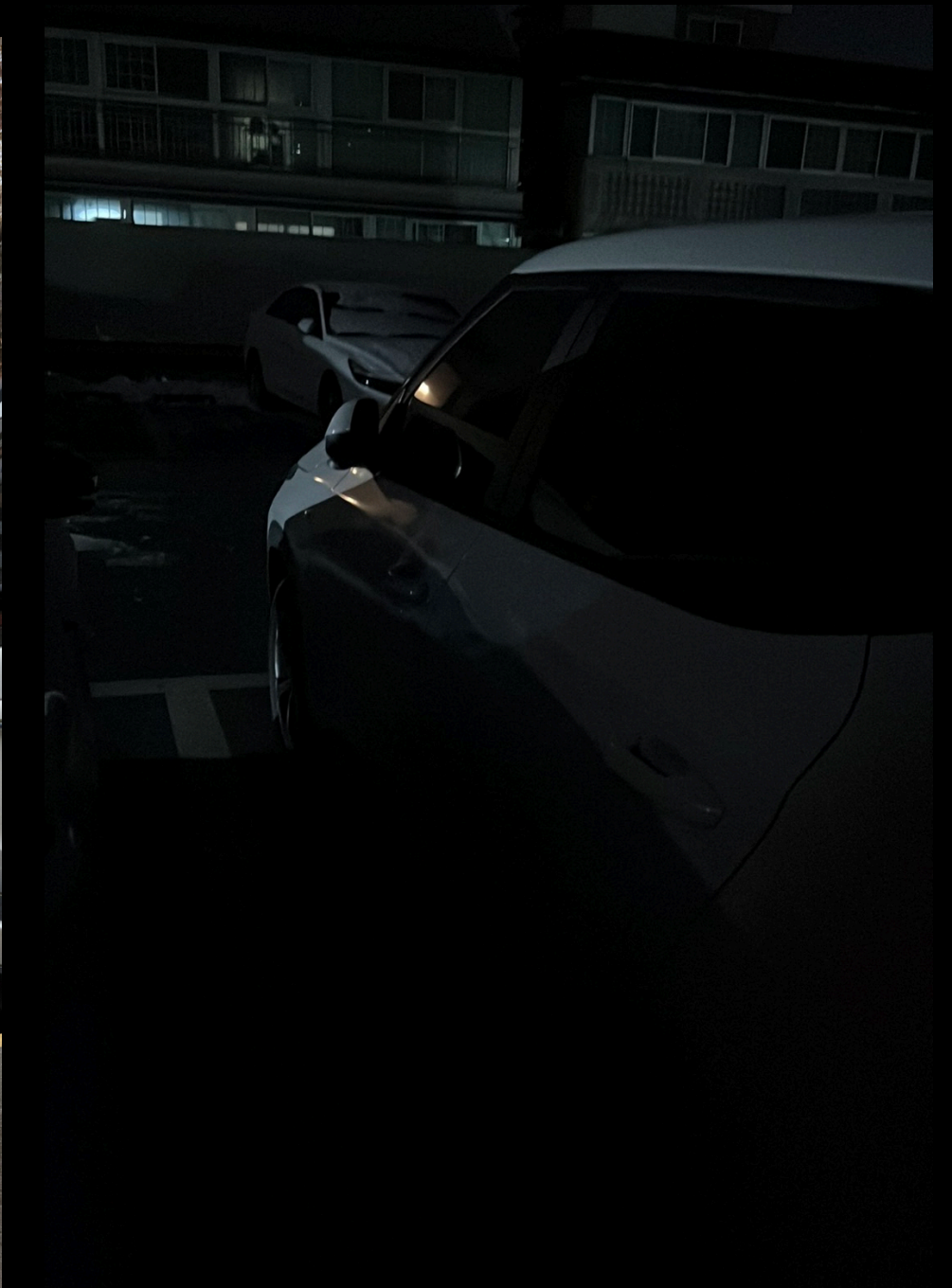
영수증



전기차 충전화면



타겟 차량이 없음



빛이 없어
식별 불가능

Out-of-Distribution Detection

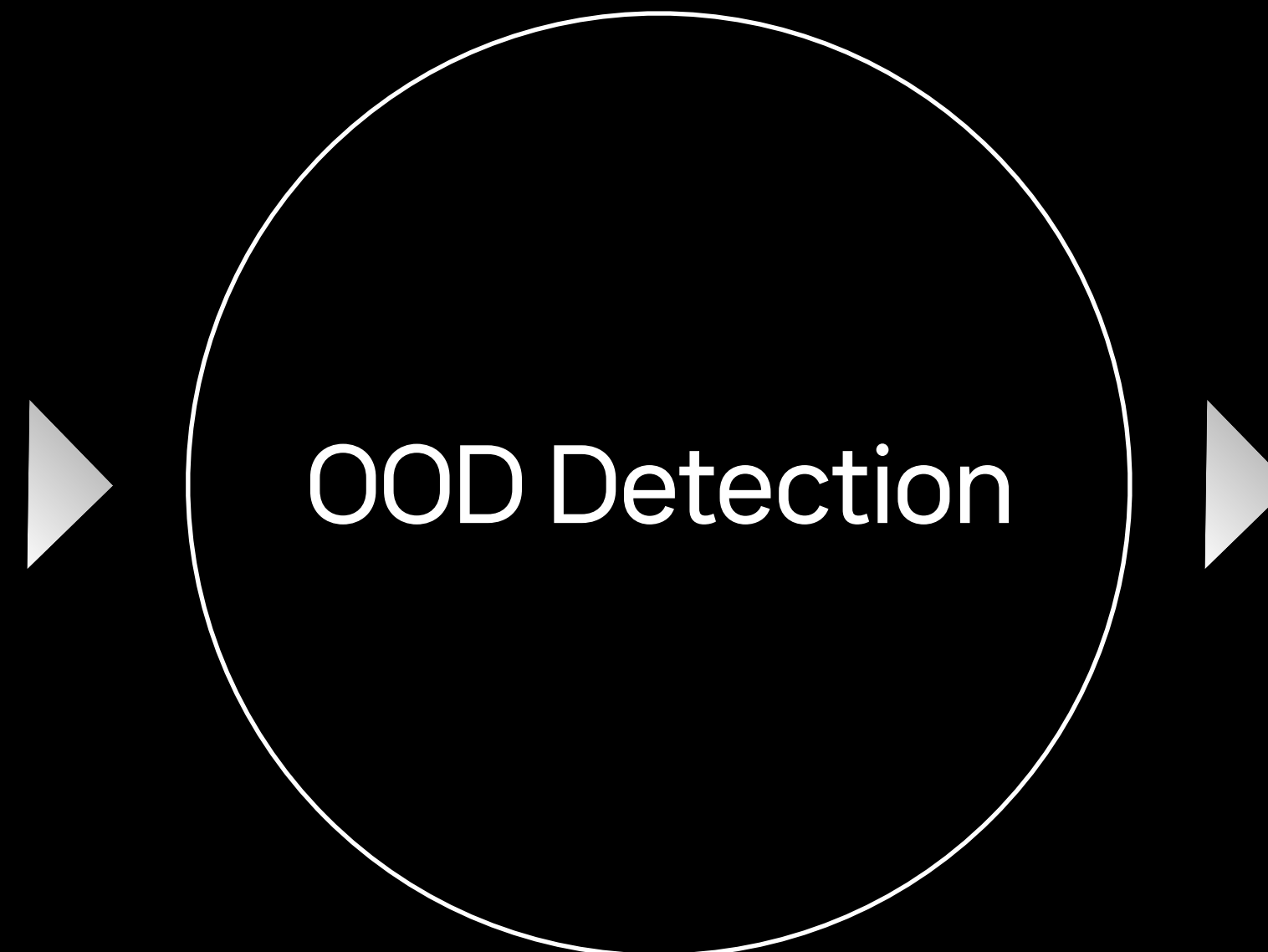
NAVER
DEVVIEW
2023

OOD Detection을 도입하면 다양한 Benefit을 얻을 수 있습니다

Requirement



Solution



Impact

Isolate된 데이터를
별도로 분석

End-User가 생성하는
피드백의 양 감소

Inference 결과의
Quality 향상

Data Retriever

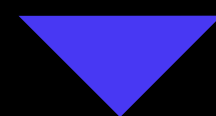
NAVER
DEVVIEW
2023

필요한 데이터를 손쉽게 찾아주는 Data Retriever를 이용해 레이블링 효율성을 높였습니다

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다

효율적으로
필요한 데이터를
수집한다

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다

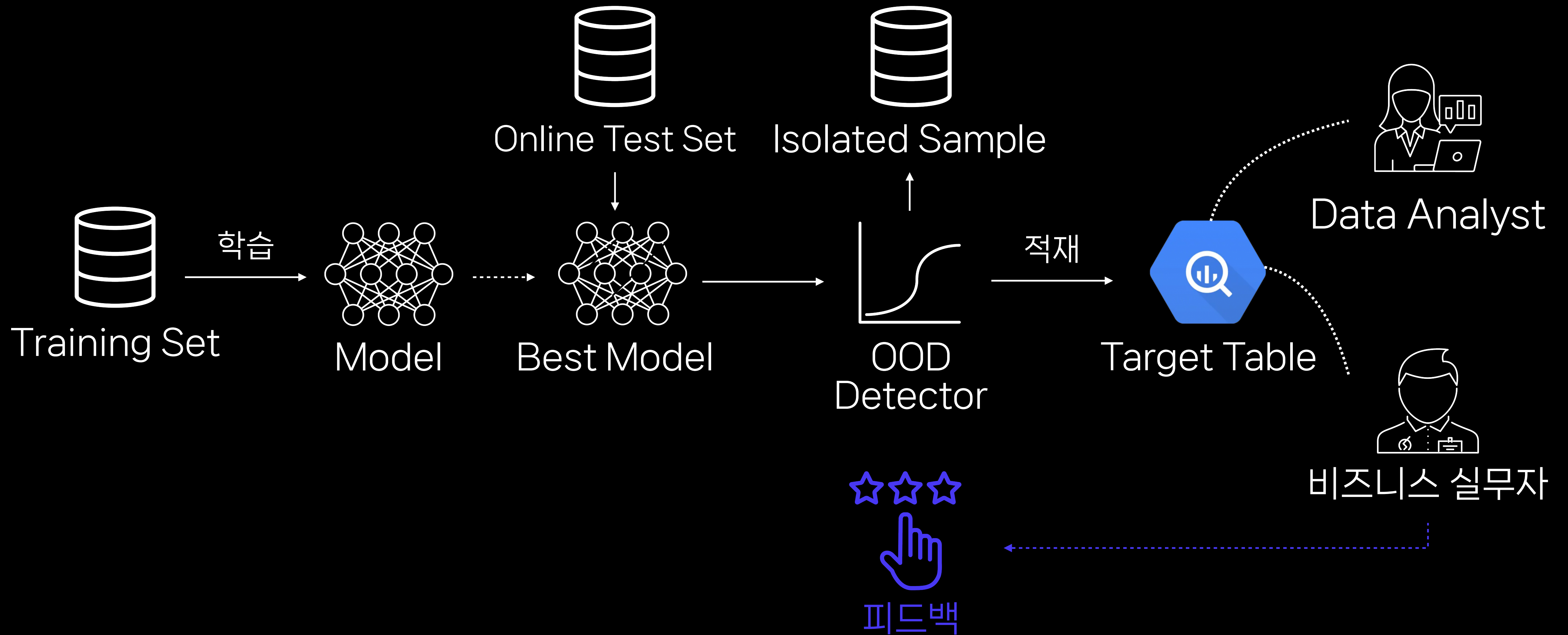


OOD Detector

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

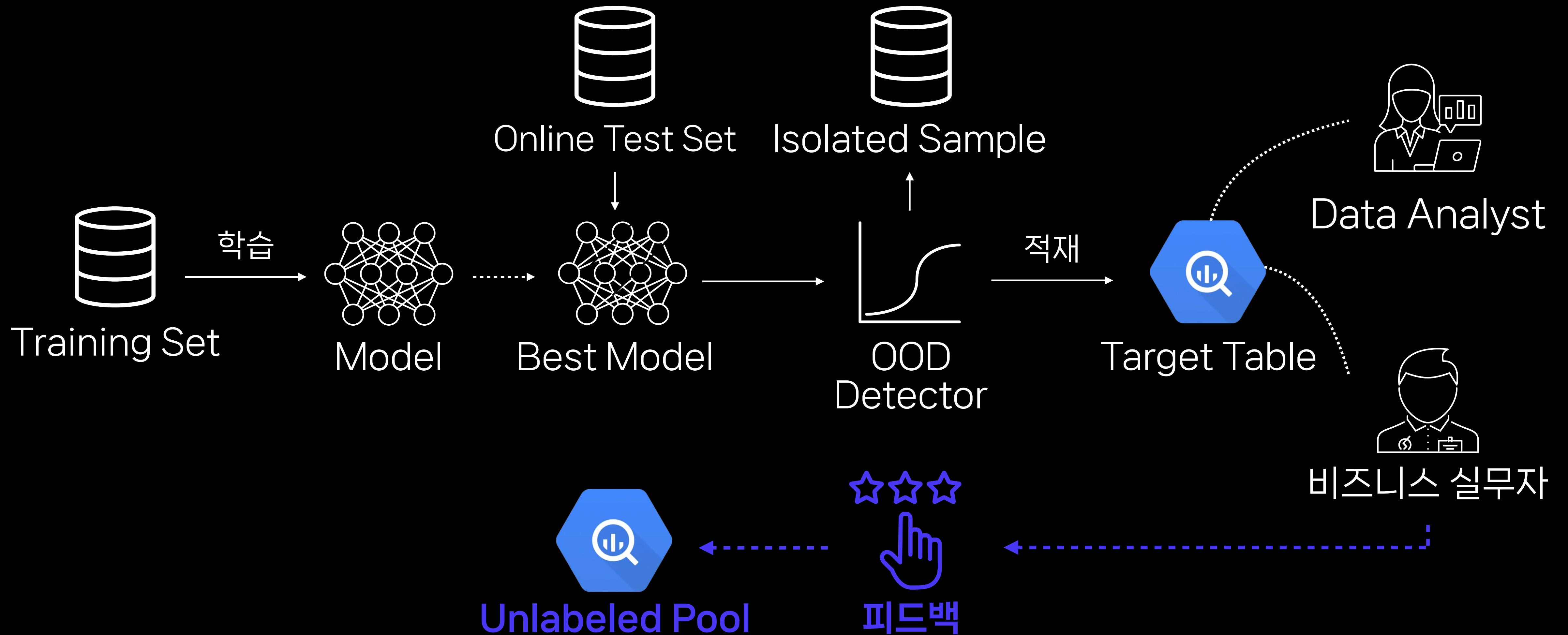
모델 성능을 개선하려면 재학습용 데이터를 획득해야하는데, 이 과정에서 비용이 크게 발생합니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

모델 성능을 개선하려면 재학습용 데이터를 획득해야하는데, 이 과정에서 비용이 크게 발생합니다



Training Set

학습

Model

Best Model

Online Test Set

Isolated Sample

적재

Target Table

Data Analyst

비즈니스 실무자

피드백

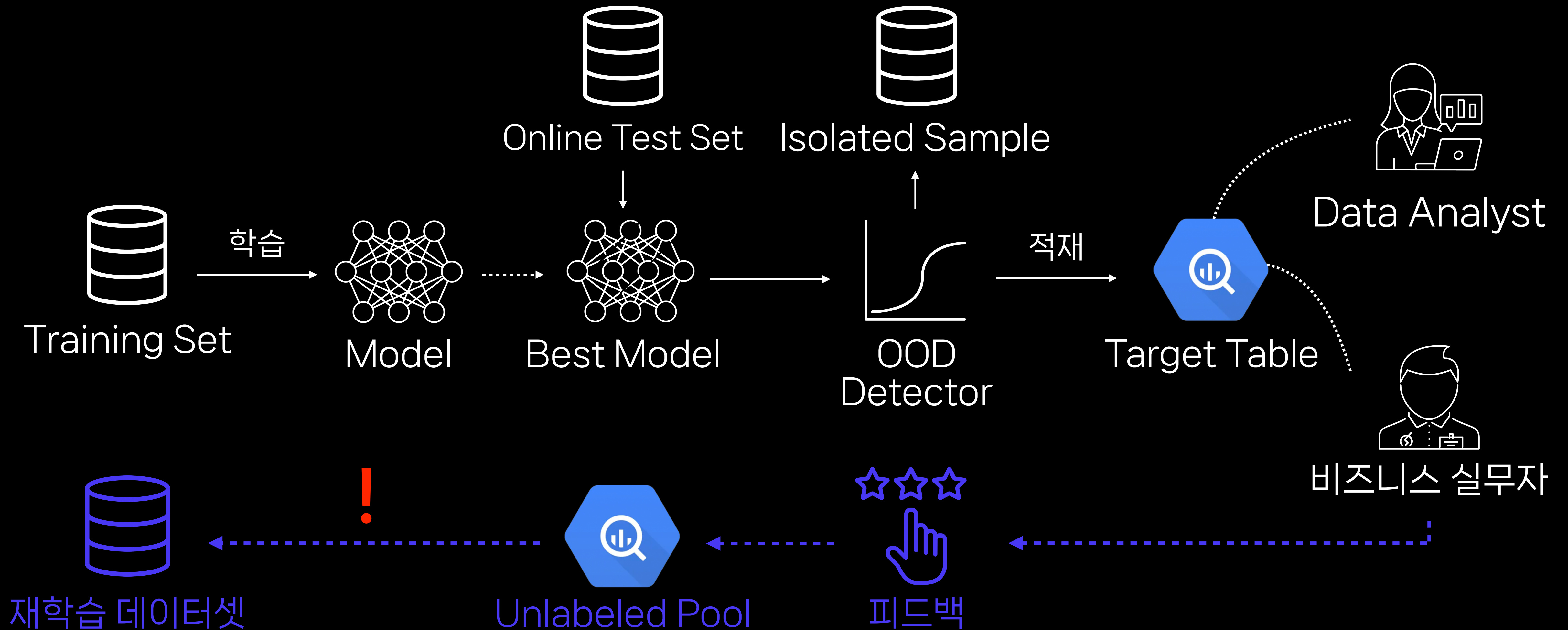
Unlabeled Pool

재학습 데이터셋

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

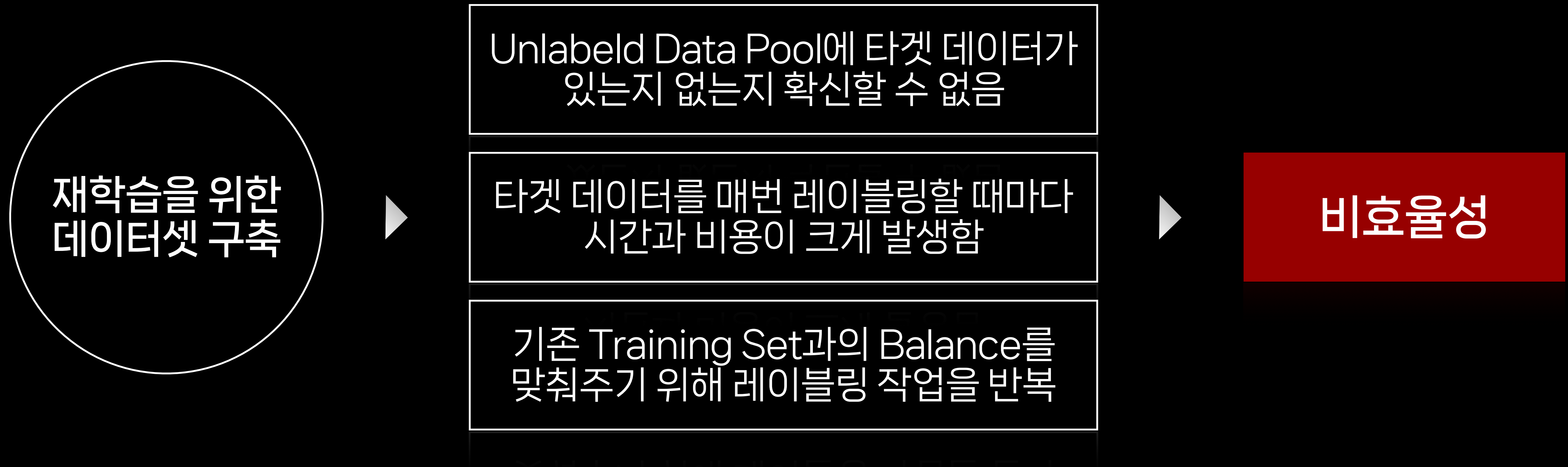
모델 성능을 개선하려면 재학습용 데이터를 획득해야하는데, 이 과정에서 비용이 크게 발생합니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

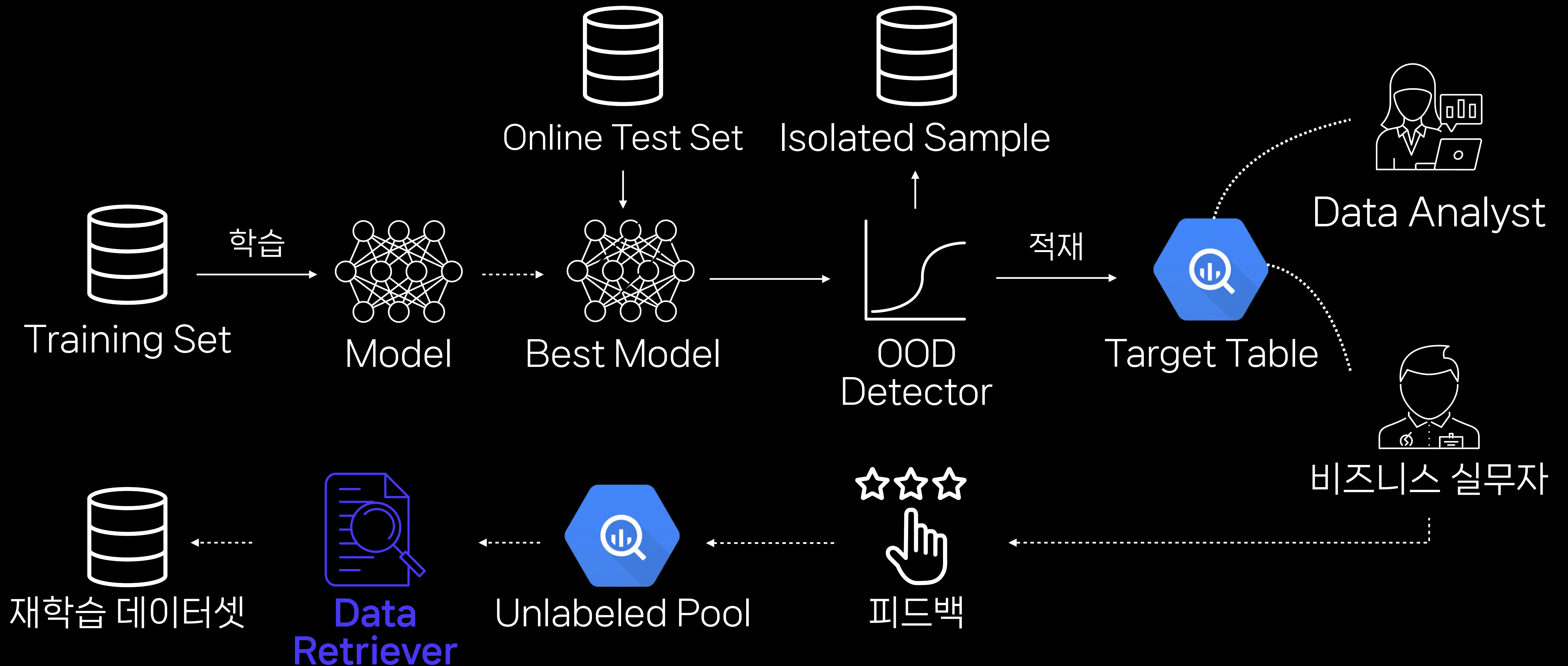
모델 성능을 개선하려면 재학습용 데이터를 획득해야하는데, 이 과정에서 비용이 크게 발생합니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Unlabeled Data Pool에서 타겟 데이터의 후보군을 찾아오는 Data Retriever를 사용했습니다

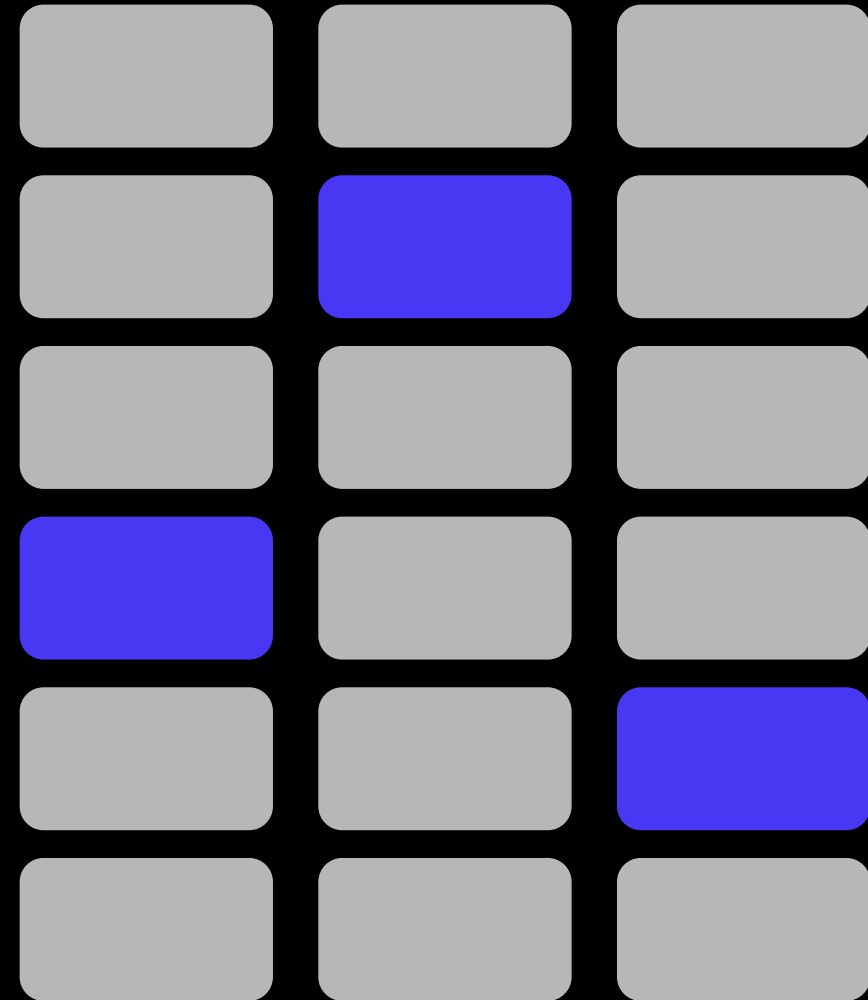


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

일반적인 방식으로 레이블링을 진행하면, 매우 많은 시간과 비용을 투자해야합니다

Unlabeled Pool

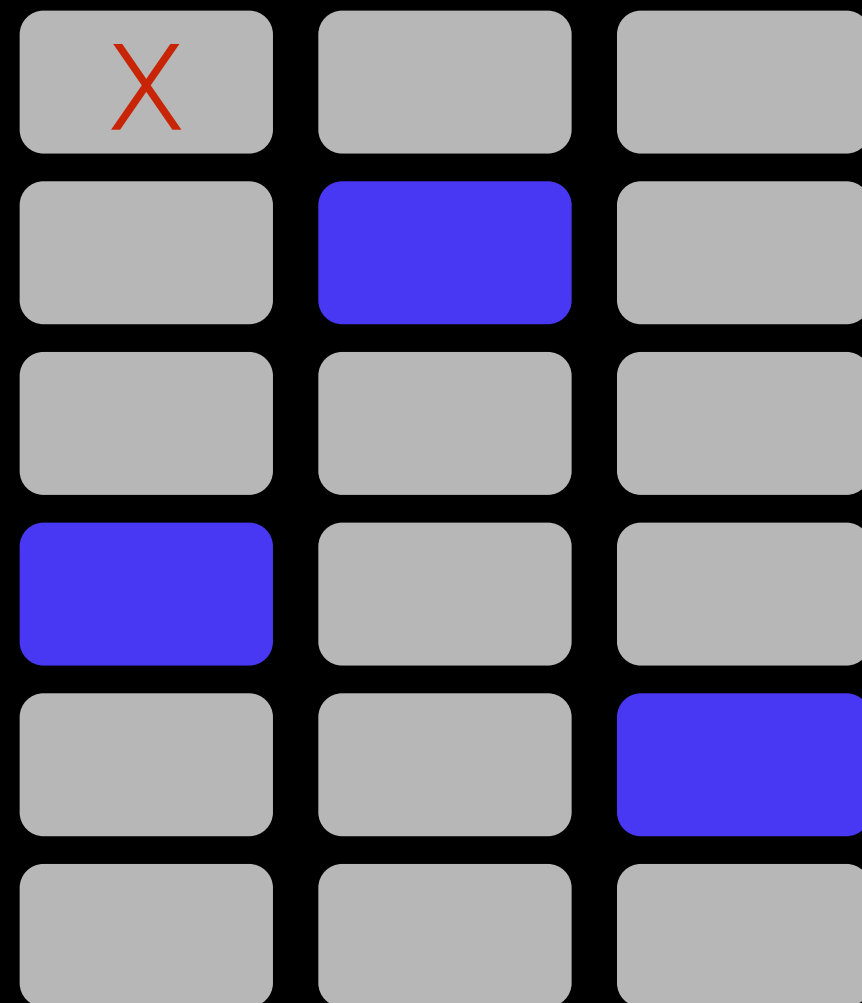


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

일반적인 방식으로 레이블링을 진행하면, 매우 많은 시간과 비용을 투자해야합니다

Unlabeled Pool

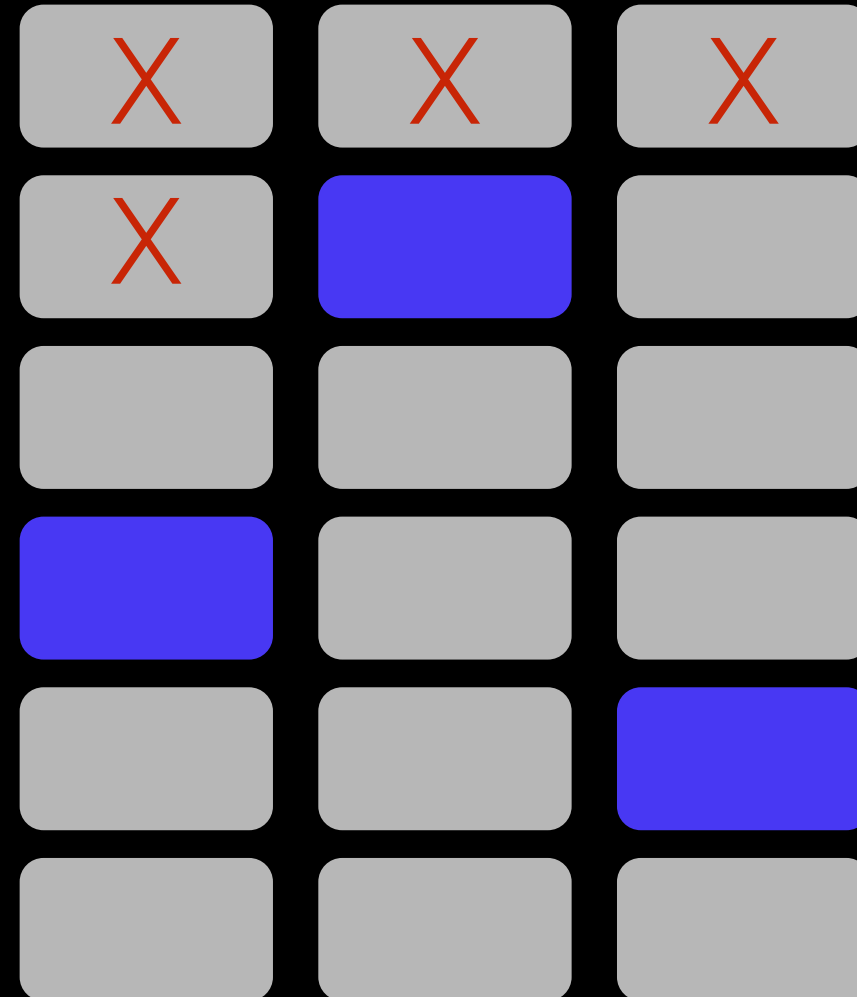


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

일반적인 방식으로 레이블링을 진행하면, 매우 많은 시간과 비용을 투자해야합니다

Unlabeled Pool

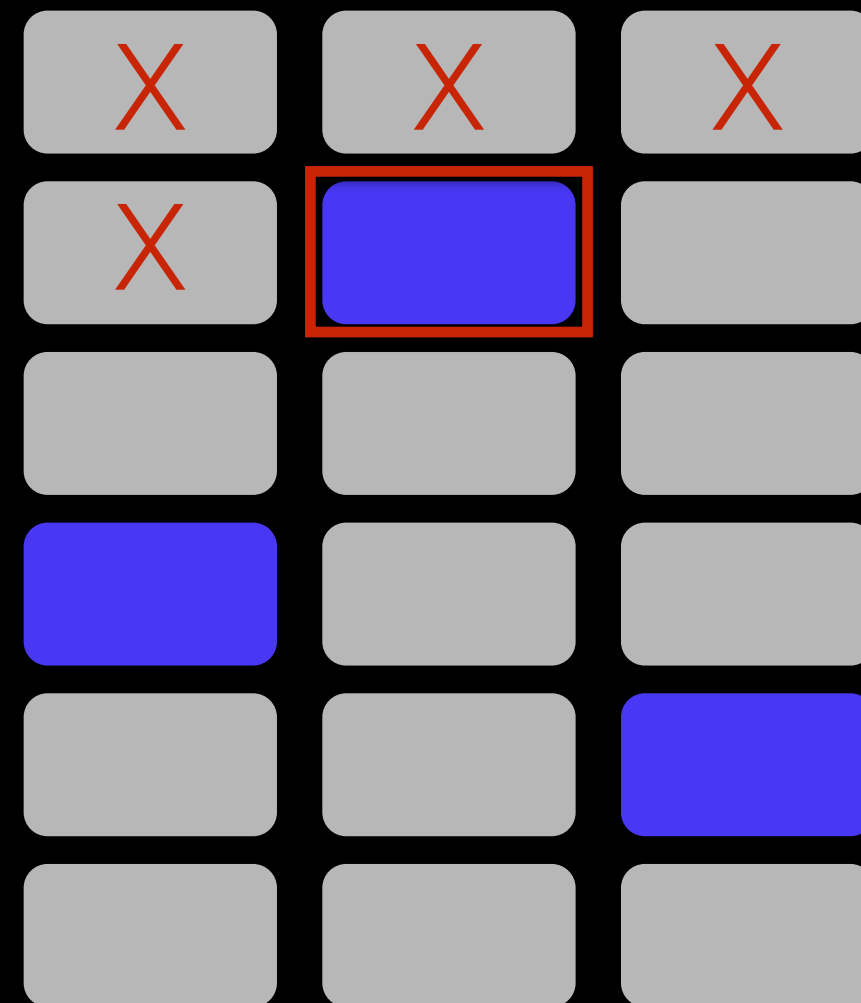


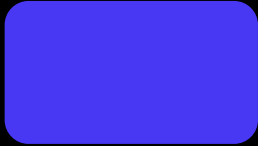
Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

일반적인 방식으로 레이블링을 진행하면, 매우 많은 시간과 비용을 투자해야합니다

Unlabeled Pool



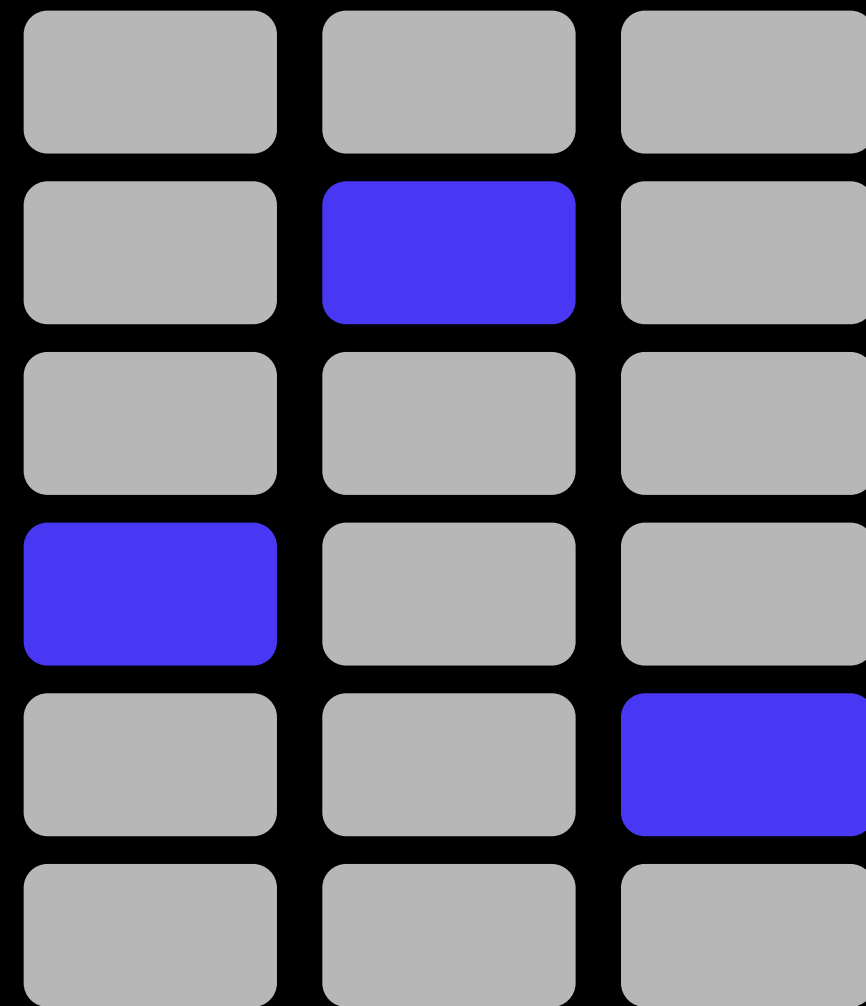
-  Target Sample
-  Irrelevant Sample

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다

Unlabeled Pool

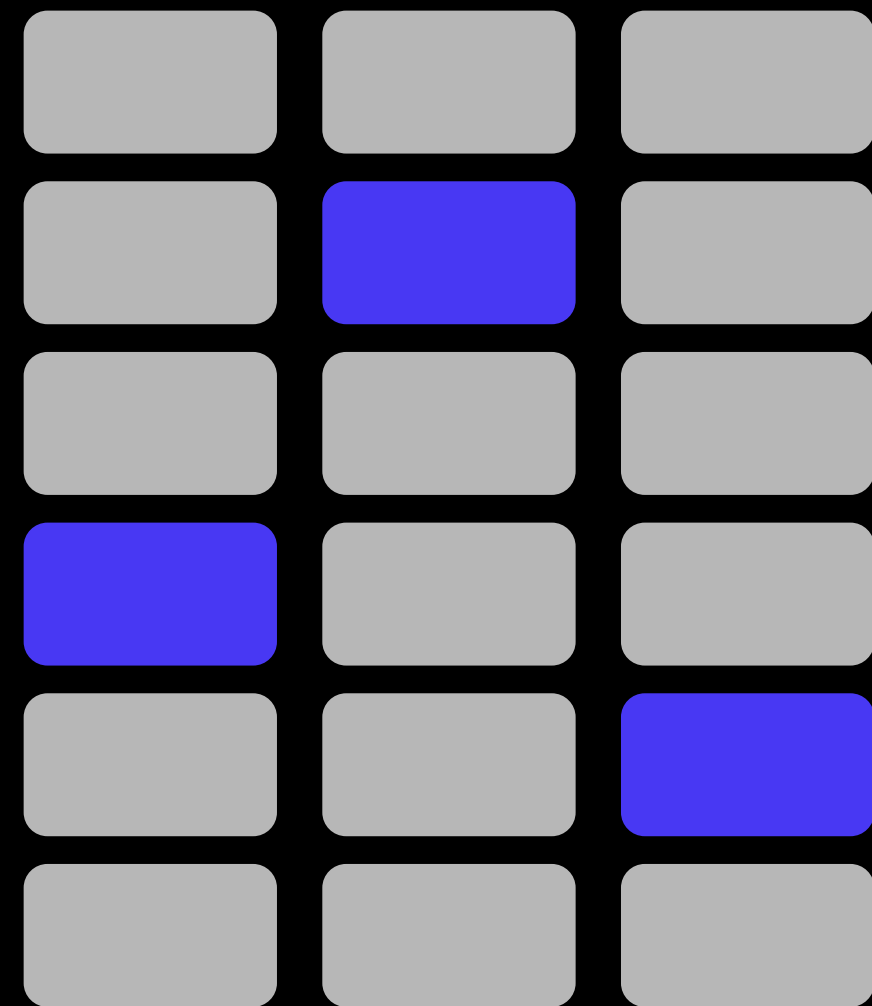


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다

Unlabeled Pool



End-User가 피드백한
타겟 데이터 ($N < 10$)

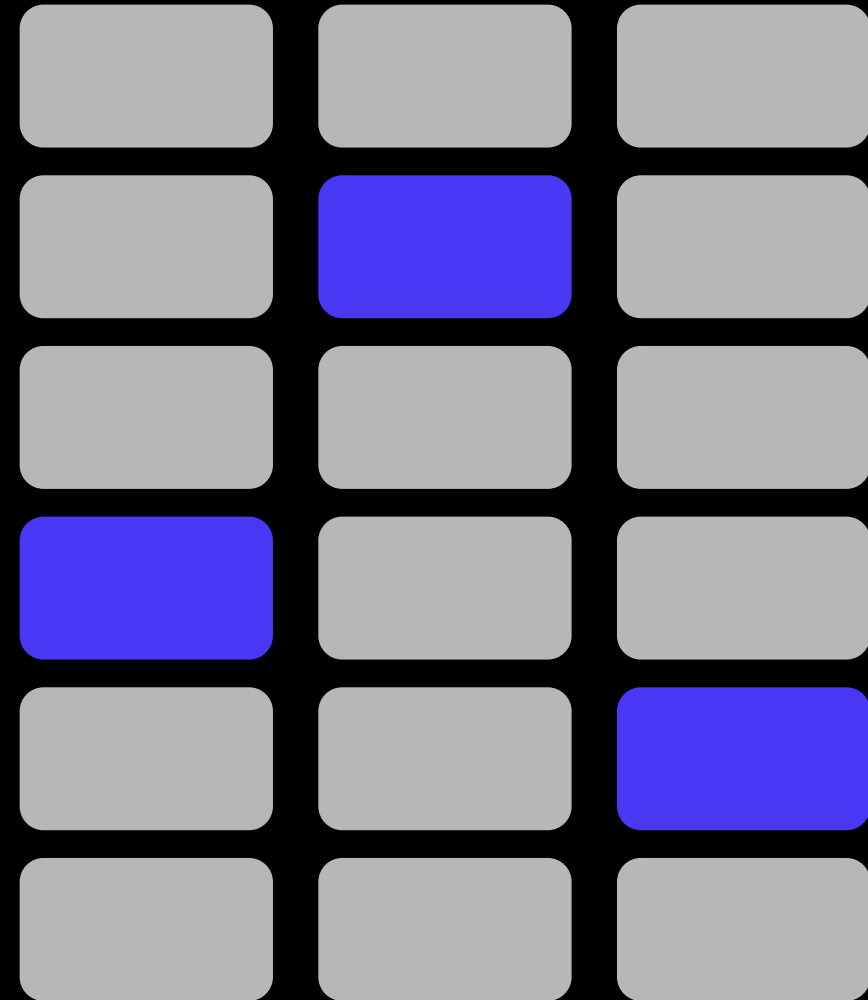


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다

Unlabeled Pool

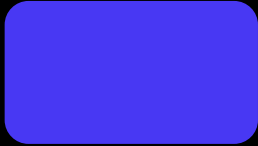


End-User가 피드백한
타겟 데이터 ($N < 10$)



Data Retriever



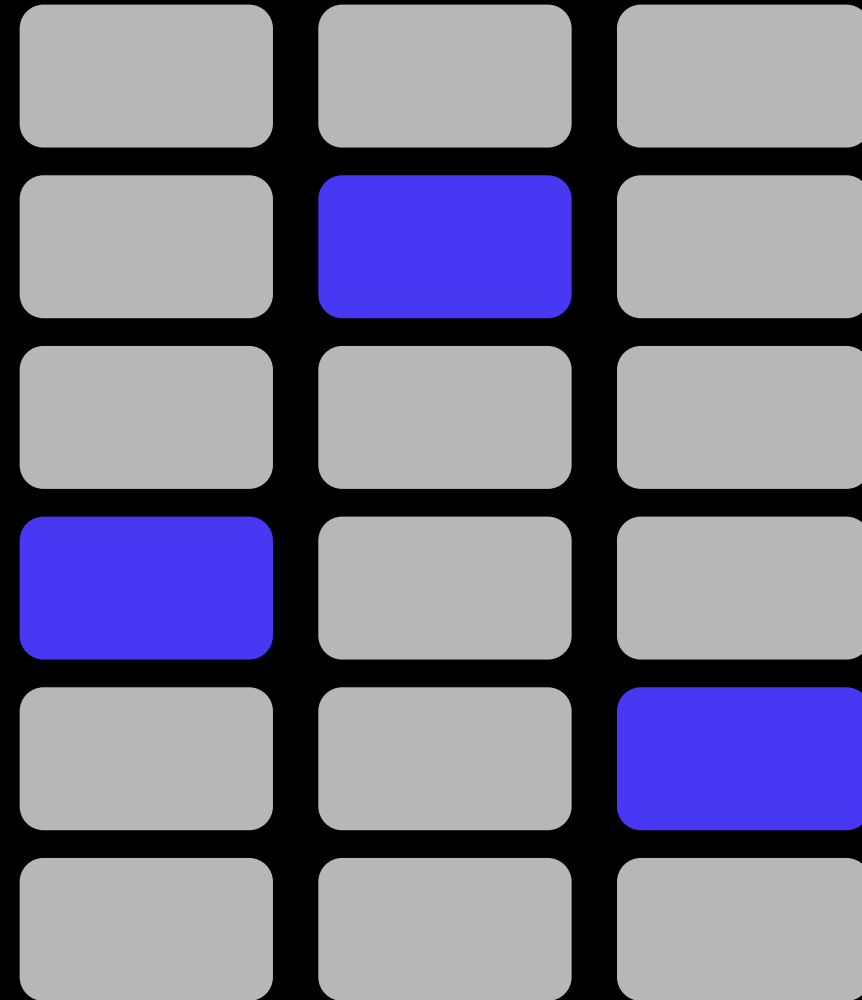
-  Target Sample
-  Irrelevant Sample

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다

Unlabeled Pool



End-User가 피드백한
타겟 데이터 ($N < 10$)



Data Retriever

타겟 데이터와 유사하다고
추려진 Unlabeled Sample

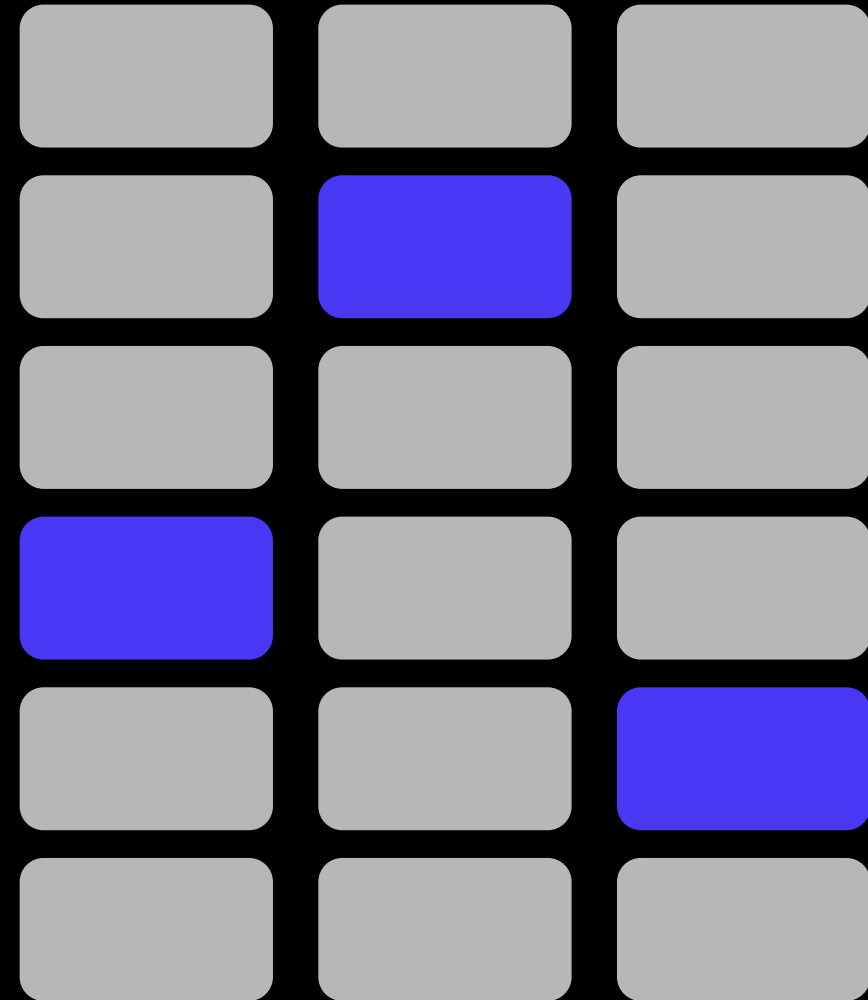


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다

Unlabeled Pool



End-User가 피드백한 타겟 데이터 (N<10)



Data Retriever

타겟 데이터와 유사하다고 추려진 Unlabeled Sample



인간 레이블러

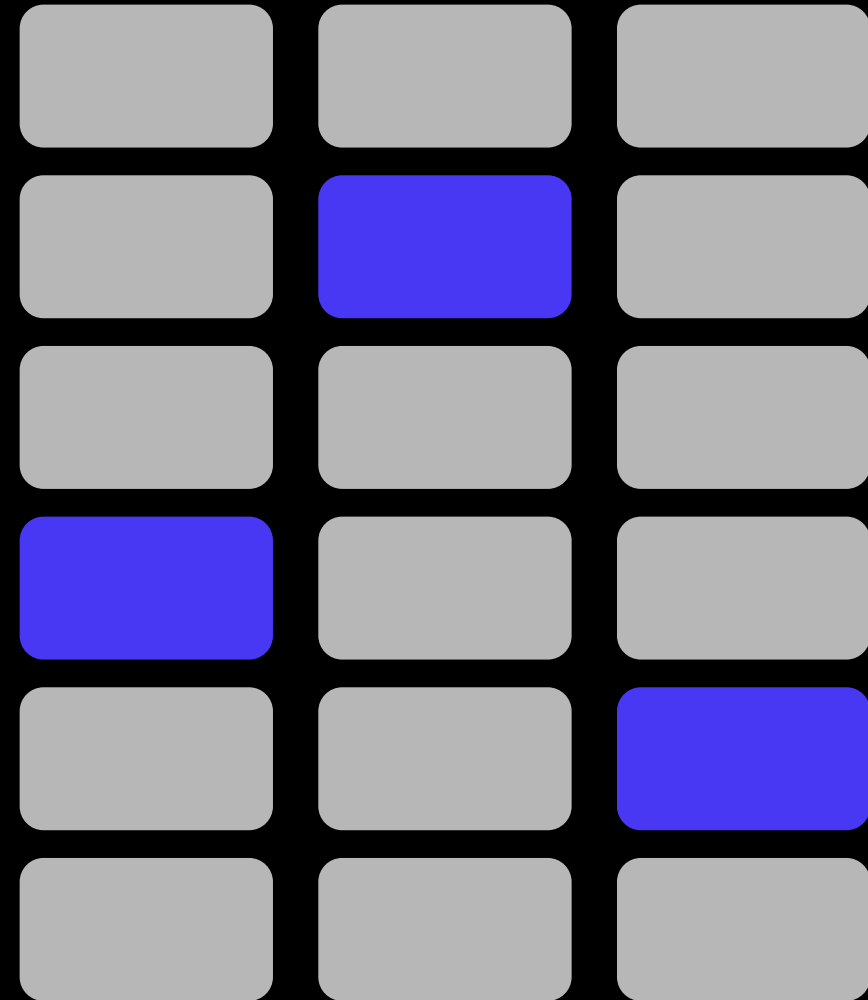


Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다

Unlabeled Pool



End-User가 피드백한 타겟 데이터 ($N < 10$)



Data Retriever

타겟 데이터와 유사하다고 추려진 Unlabeled Sample



인간 레이블러

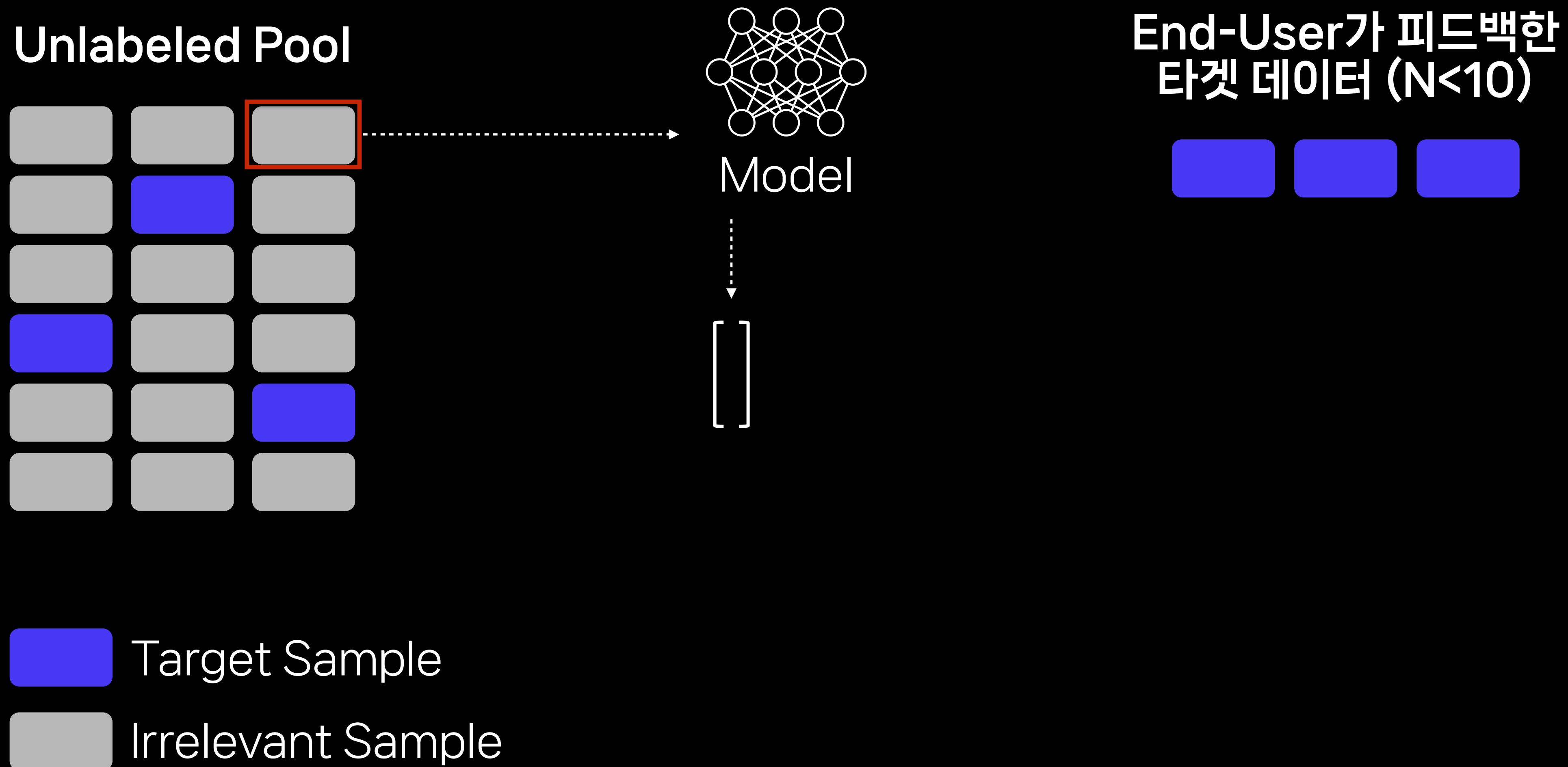


재학습 데이터셋

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

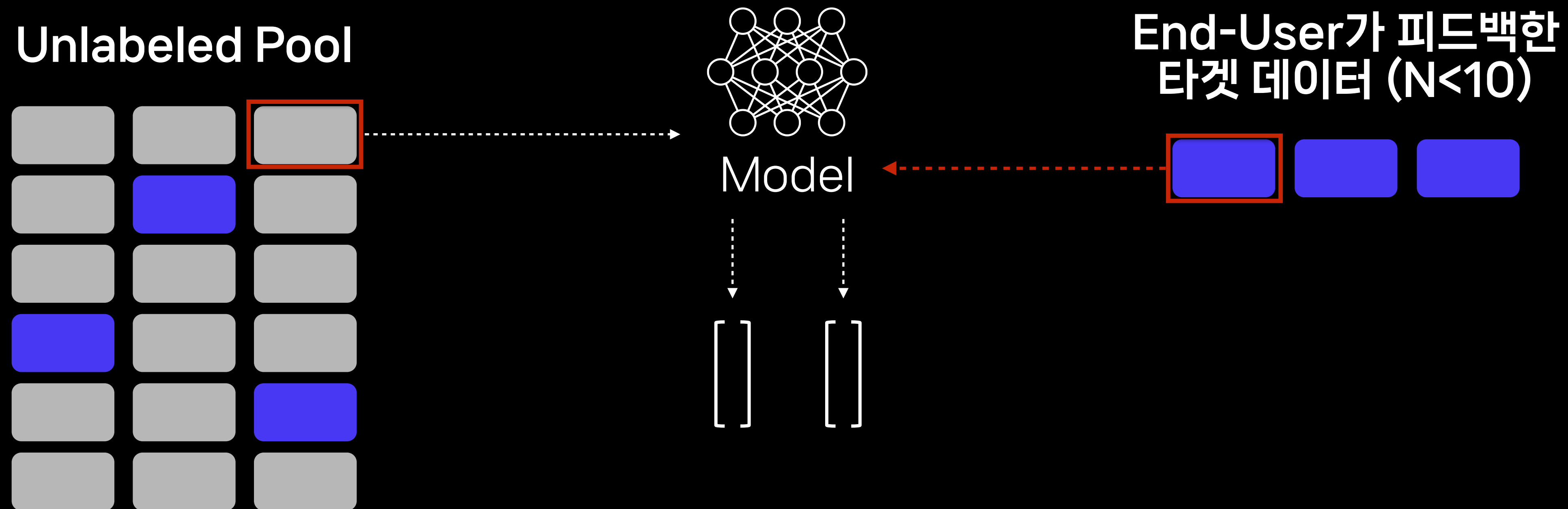
Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

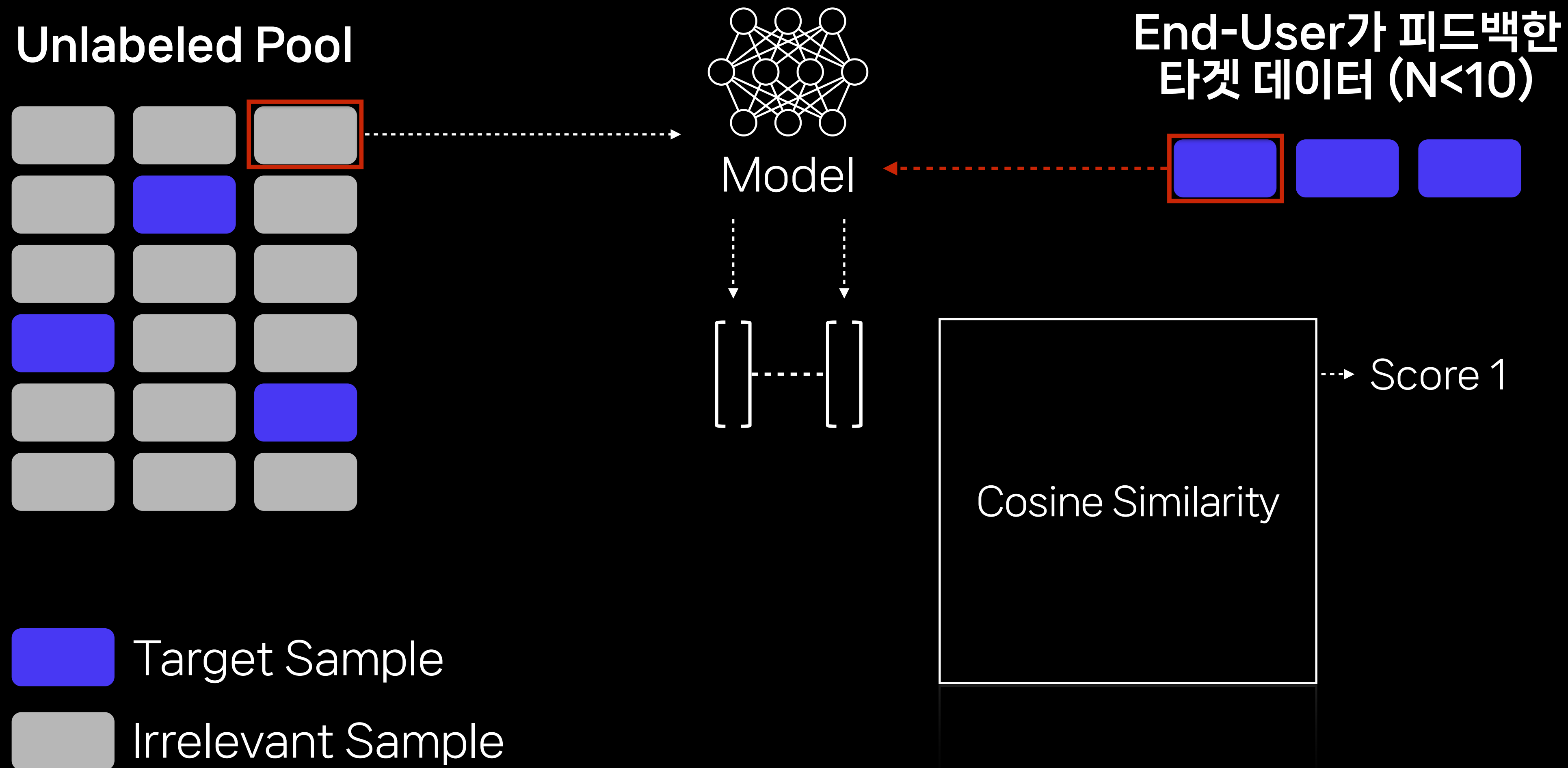
Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

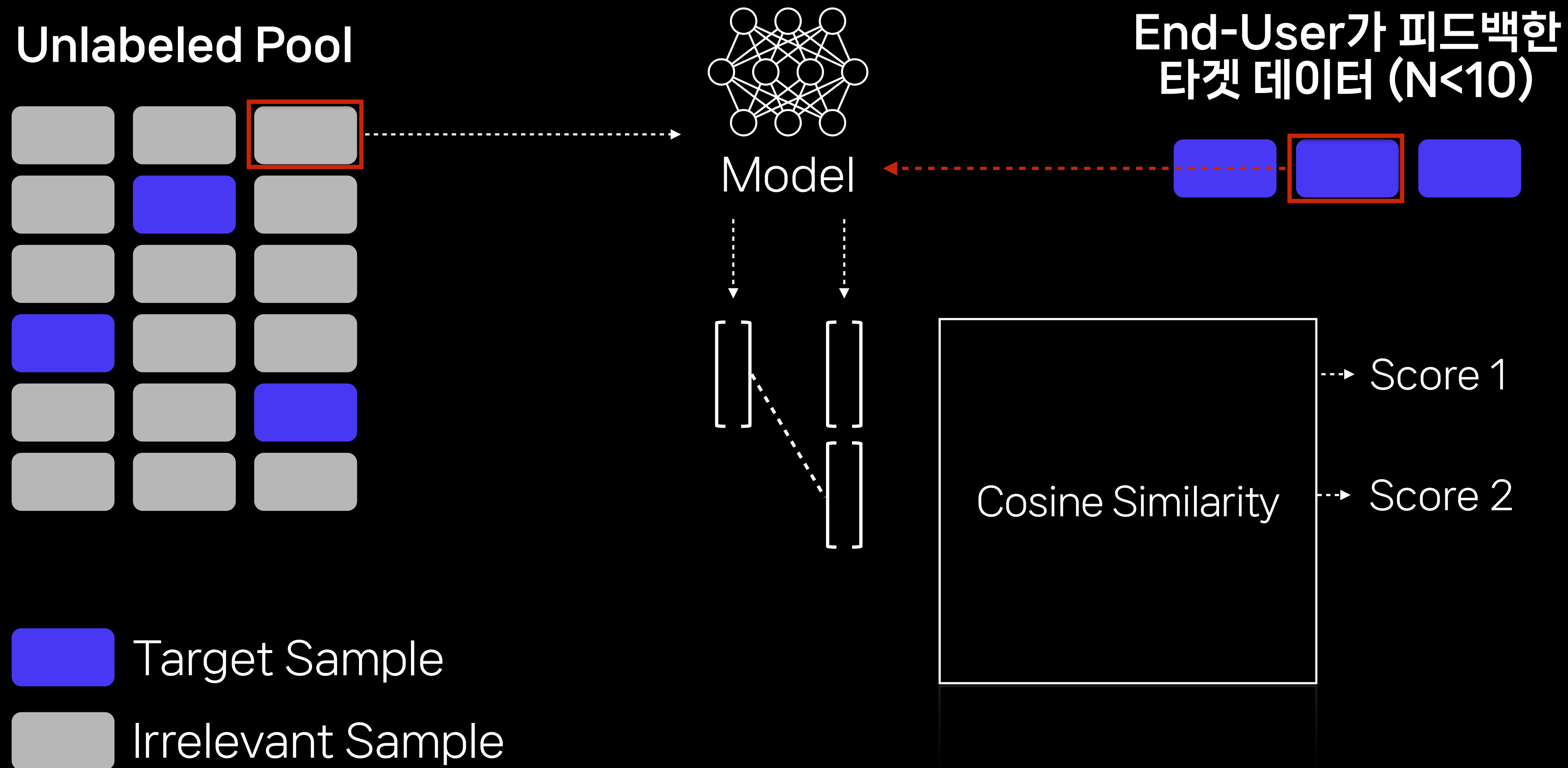
Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

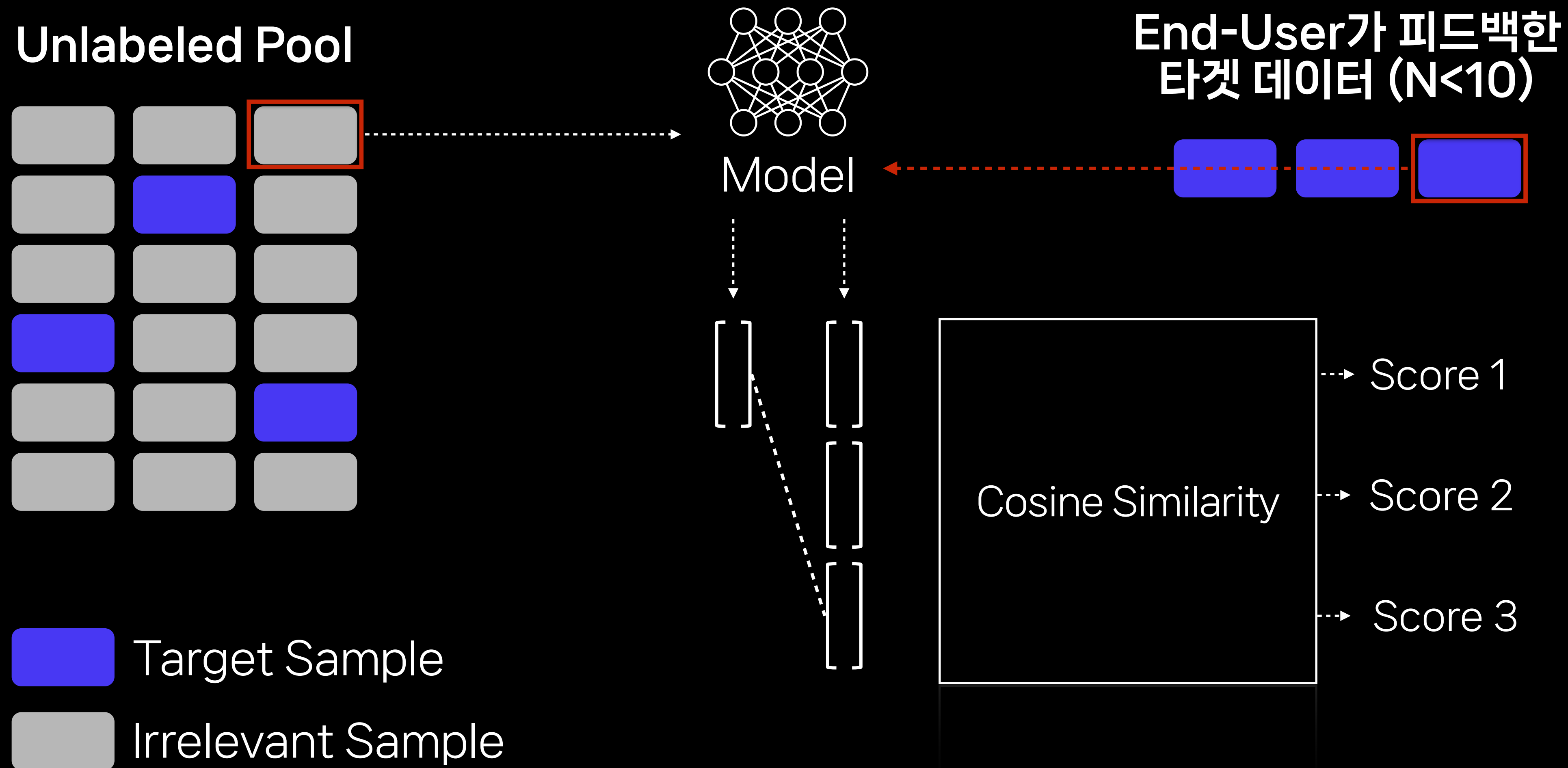
Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

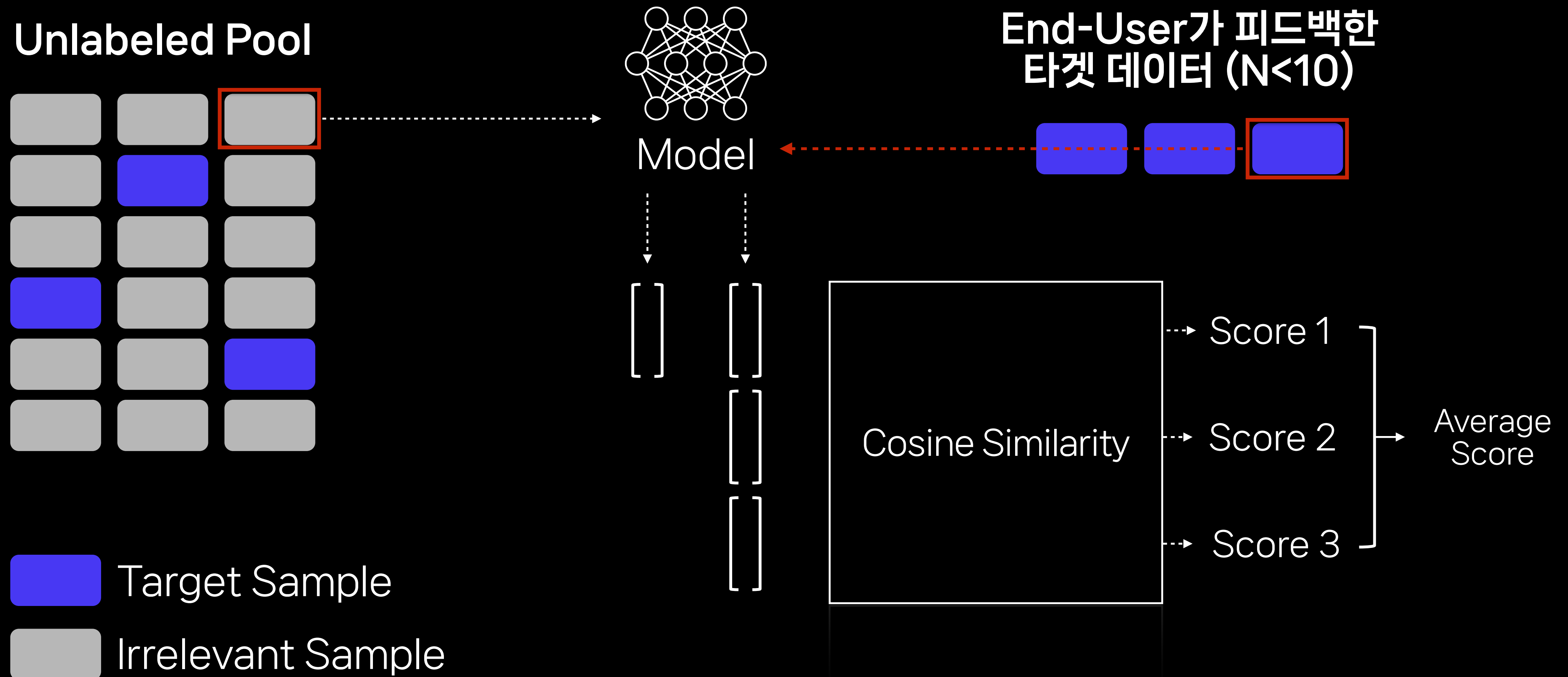
Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Target Sample
(빗방울 묻은 차량)



Retrieved Results

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Target Sample
(눈 묻은 차량)



Retrieved Results

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

Data Retriever는 Unlabeled Pool에서 타겟 데이터 후보군을 골라 레이블링 리소스를 줄여줍니다



Target Sample
(눈 묻은 차량)



Retrieved Results

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

완전히 레이블링 과정을 대체할 수는 없지만, 재학습 데이터 생성에 들어가는 비용을 크게 줄였습니다

Requirement

효율적으로
필요한 데이터를
수집한다

Solution

Data
Retriever

Impact

재학습 데이터셋을
효율적으로 구축한다

Unlabeled Pool에
타겟 데이터가 없는 리스크 해소

레이블링에 들어가는
시간과 리소스를 크게 줄인다

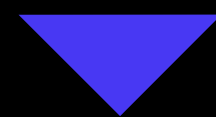
지금까지 우리가 해결한 문제들

Data Retriever

NAVER
DEVVIEW
2023

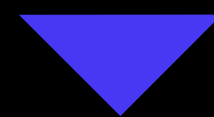
필요한 데이터를 손쉽게 찾아주는 Data Retriever를 이용해 레이블링 효율성을 높였습니다

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다



OOD Detector

효율적으로
필요한 데이터를
수집한다



Data Retriever

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다



?

**효과적으로 구축한 재학습 데이터셋에
어떻게 다시 학습시킬까?**

Scratch부터 학습시키면 간단하지만,
시간과 비용이 너무 많이 들어간다

Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

새로운 Label에 대해 Lightweight하게 모델을 재학습하는 Continual Learning

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다

OOD Detector

효율적으로
필요한 데이터를
수집한다

Data Retriever

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다

Continual Learning

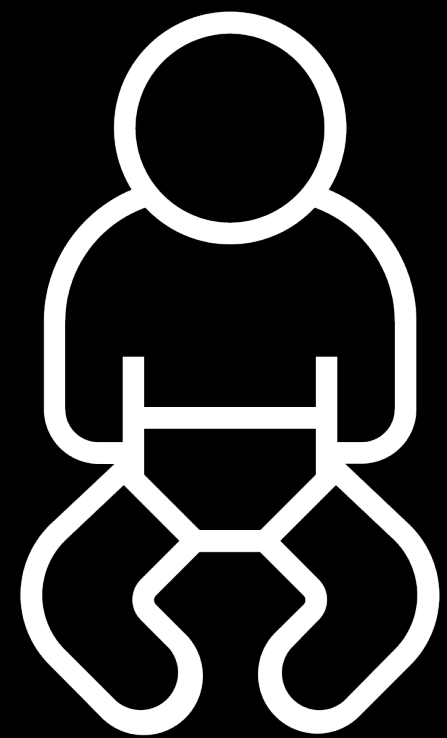
3. Continual Learning

Continual Learning이란 무엇이고, 왜 필요할까?

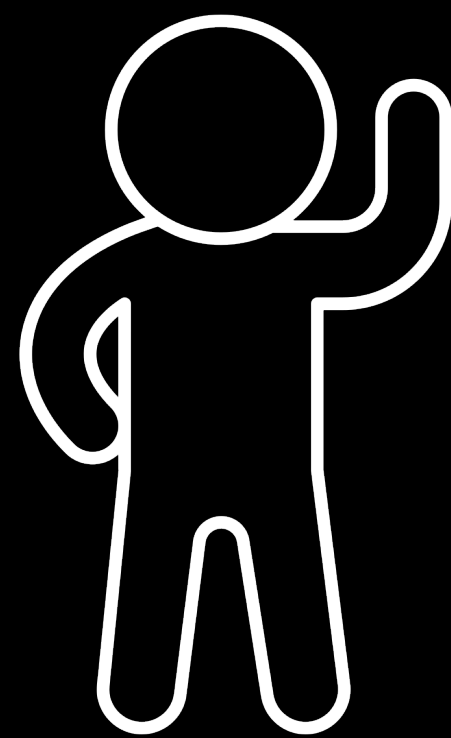
Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

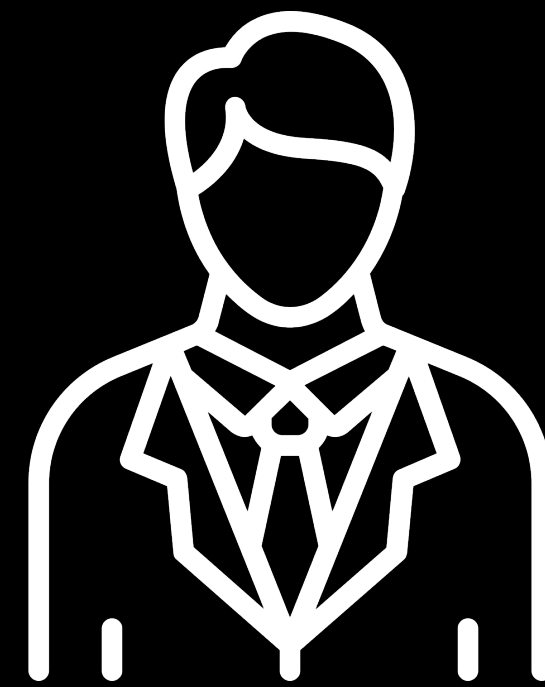
인간은 시간이 흐르면서 많은 정보(데이터)를 학습하고, 주요한 지식들을 지속적으로 축적한다



3세



10세



30세



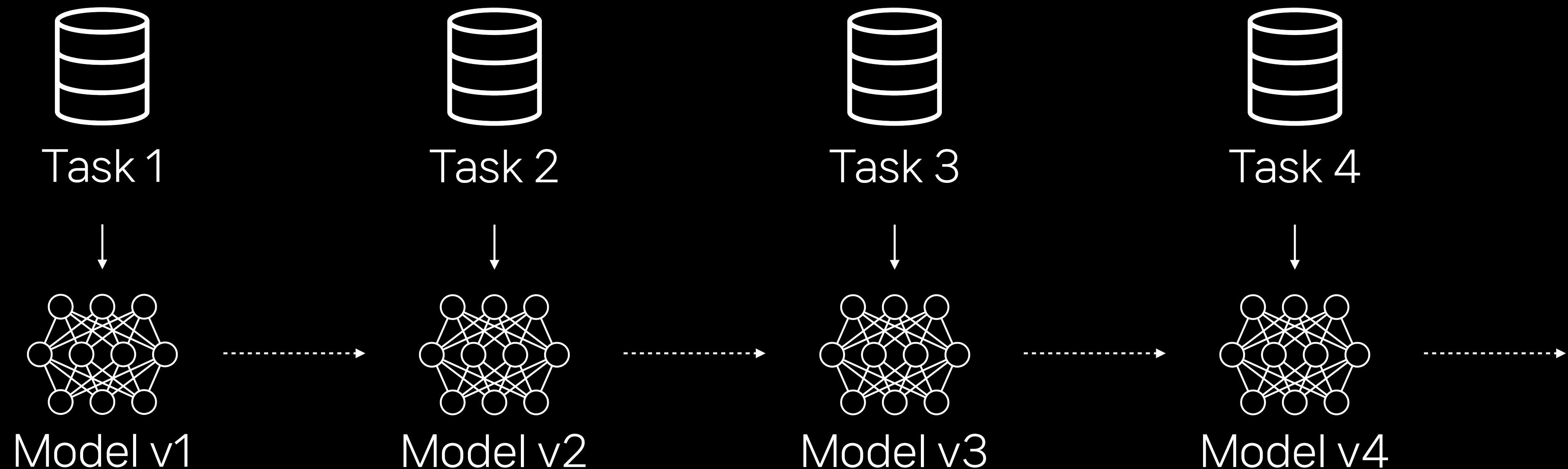
80세



Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

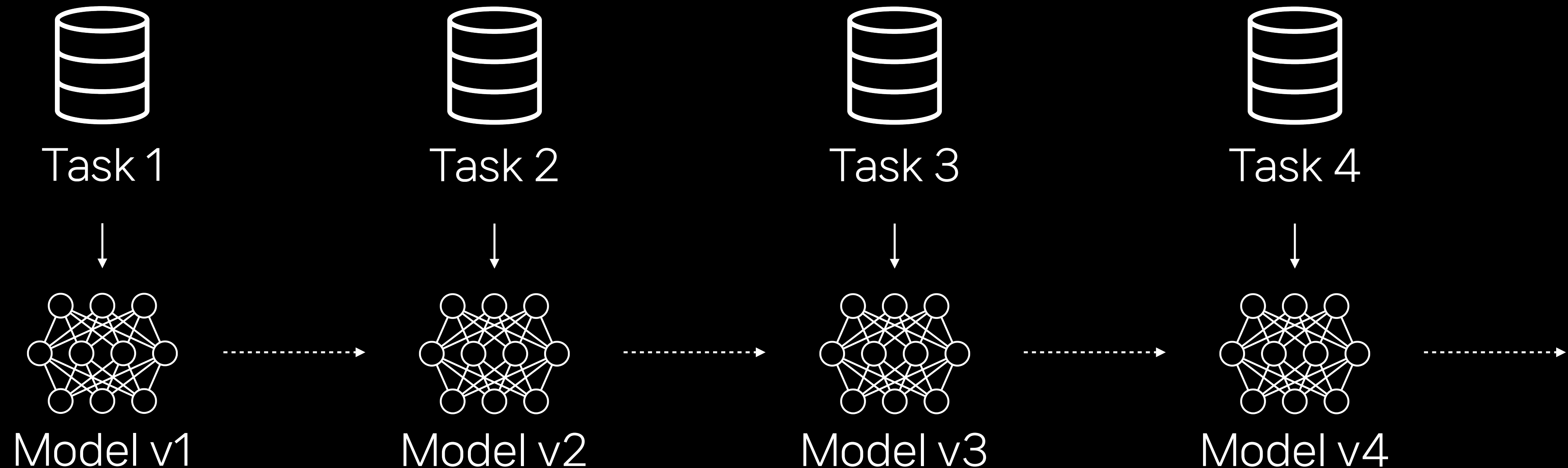
AI모델에게 여러 Task를 순차적으로 풀게하면, Knowledge를 계속 축적할 수 있지 않을까?



Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

AI모델에게 여러 Task를 순차적으로 풀게하면, Knowledge를 계속 축적할 수 있지 않을까?



Task 1 성능 99%

Task 1 성능 99%
Task 2 성능 98%

Task 1 성능 99%
Task 2 성능 98%
Task 3 성능 97%

Task 1 성능 99%
Task 2 성능 98%
Task 3 성능 98%
Task 4 성능 99%

Continual Learning의 Benefit?

Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

다양한 데이터가 발생하는 비즈니스 환경에 Flexible하게 AI시스템을 운영할 수 있습니다

Scratch부터
학습하지 않고
추가된 데이터만 학습

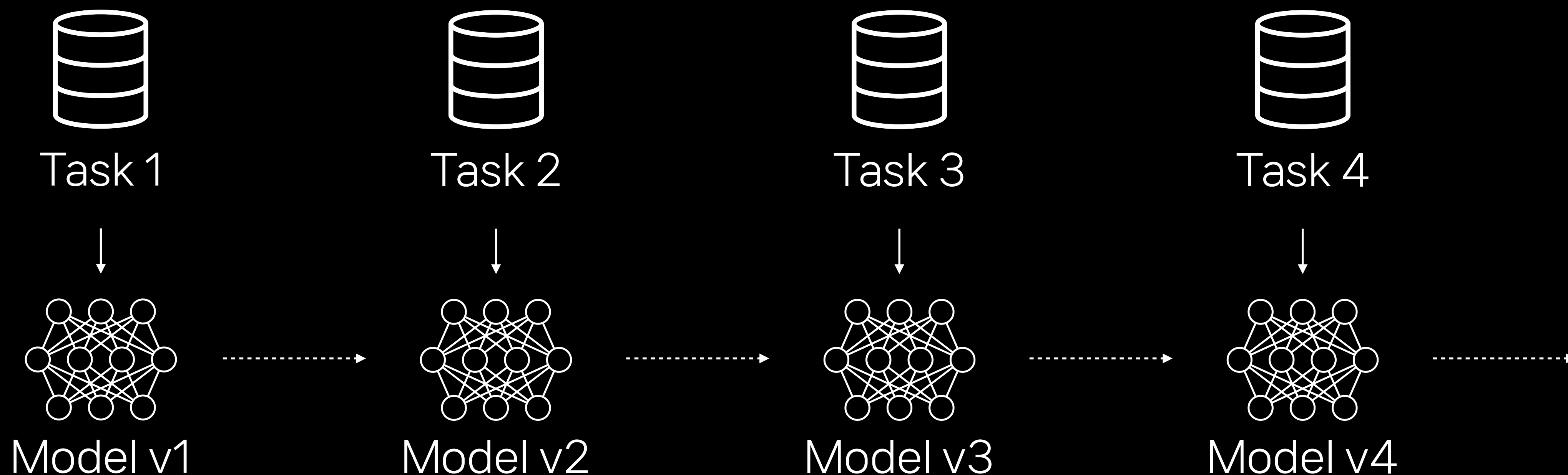
기존에 구축해둔
운영 환경에서
weight파일만 교체

Offline External
Validation
통과시 배포 자동화

Catastrophic Forgetting

NAVER
DEVVIEW
2023

하나의 모델이 연속적으로 여러 Task를 학습하면 이전에 학습한 지식을 잊는 현상이 있습니다



Task 1 성능 99%

Task 1 성능 60%
Task 2 성능 98%

Task 1 성능 60%
Task 2 성능 58%
Task 3 성능 97%

Task 1 성능 60%
Task 2 성능 58%
Task 3 성능 62%
Task 4 성능 99%

어떻게 Catastrophic Forgetting을 막을까?

Prior Works

NAVER
DEVVIEW
2023

Catastrophic Forgetting을 막기 위해 다양한 시도들이 있었습니다

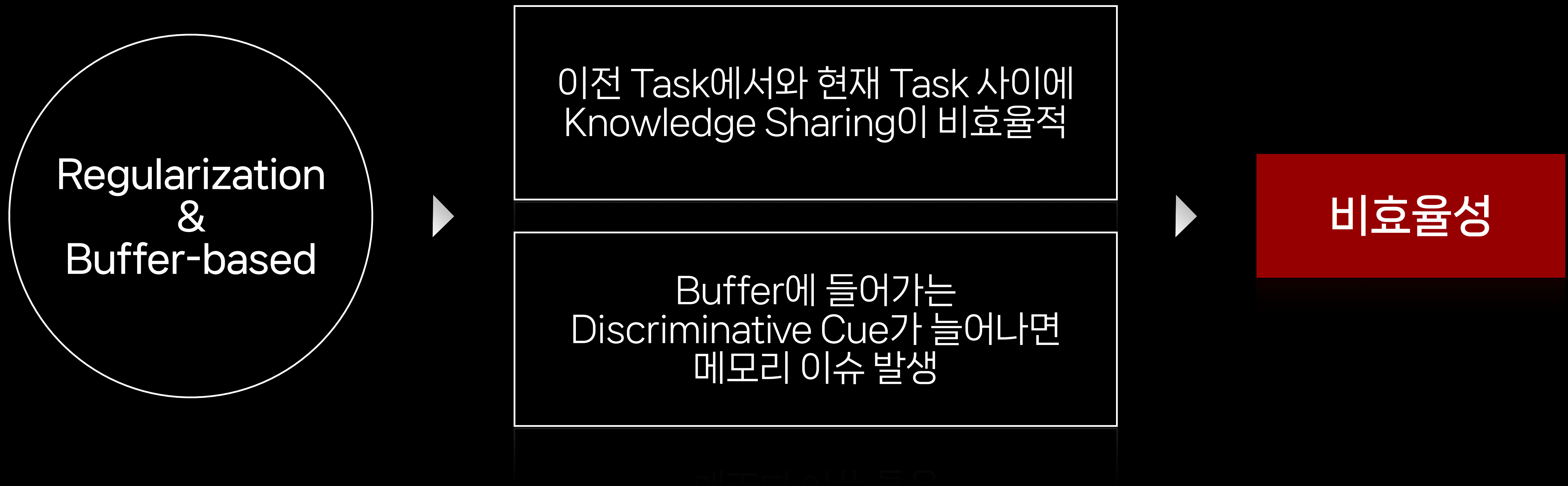


Regularization을
통한 Smoothed
Loss Landscape

특정 Buffer에
이전 Task에 대한
Discriminative Cue를
저장하는 방법

Limits

과거에 제안된 Continual Learning 방식의 한계점



과거 기법의 한계를 어떻게 극복할 수 있을까?

4. Brain-Inspired Continual Learning

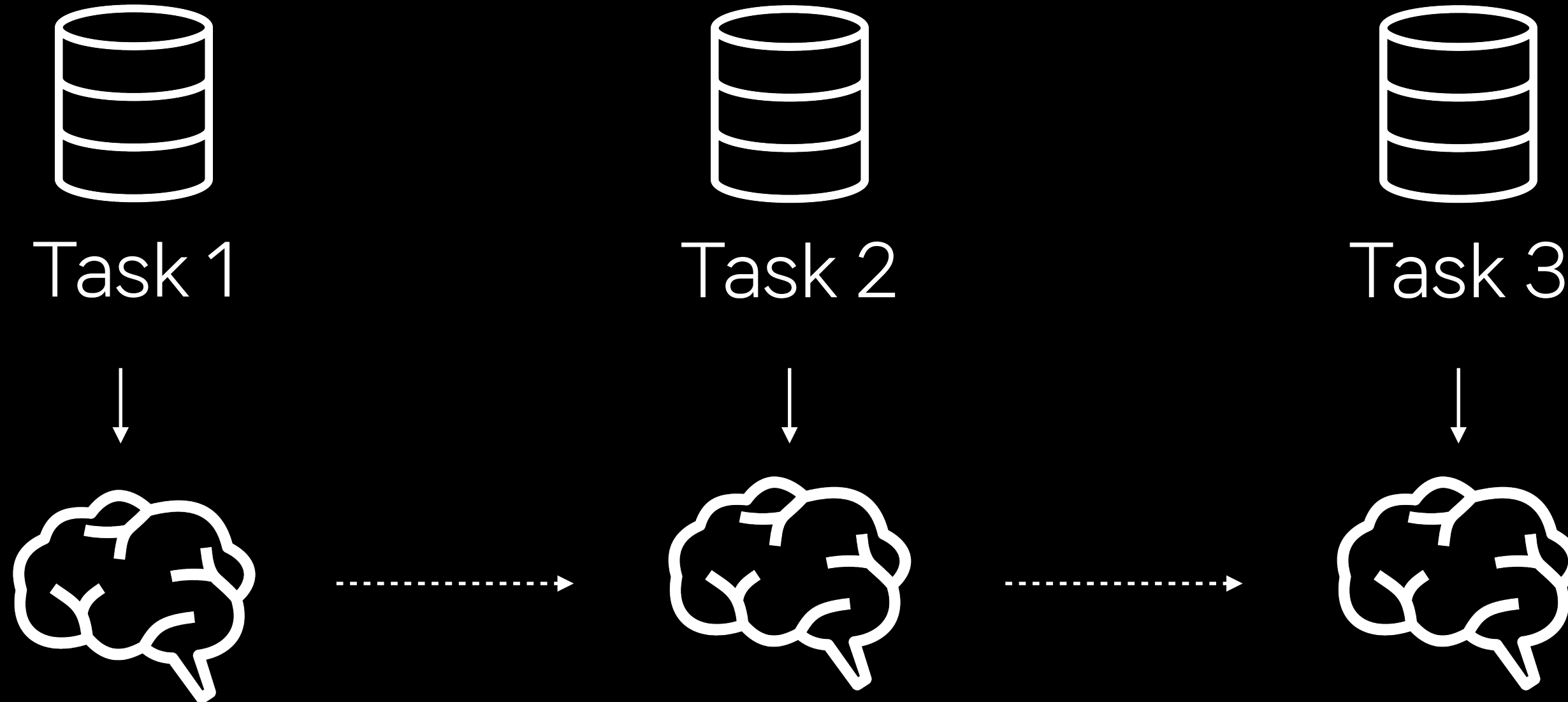
인간의 뇌를 모사한 Continual Learning 기법

인간은 어떻게 계속해서 지식을 저장할까?

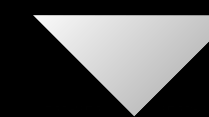
인간이 기억을 형성하는 방법

NAVER
DEVVIEW
2023

인간이 기억을 형성하는 방법에서 Continual Learning 기법의 Motivation을 찾았습니다



인간은 새로운 Task를 학습할 때 마다
새로운 저장공간을 만들지 않는다

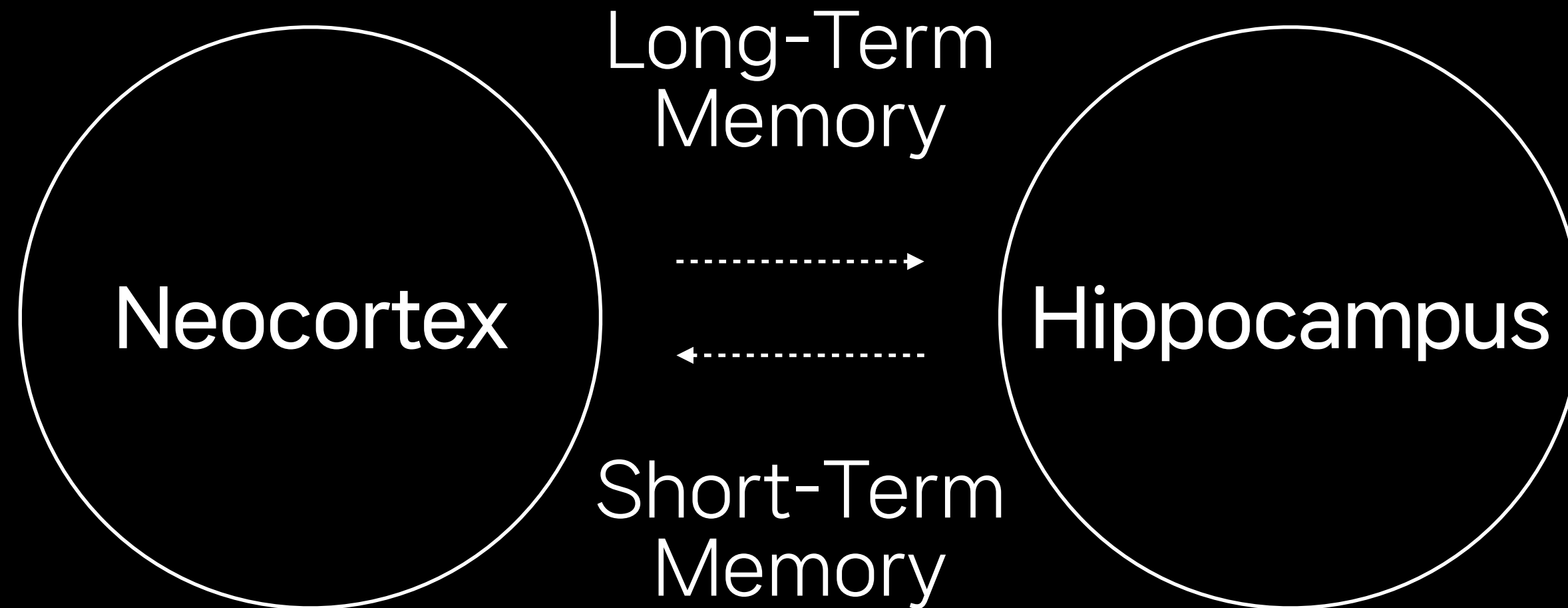


별도의 Buffer와 같은 새로운
저장공간을 만들 필요는 없을것이다

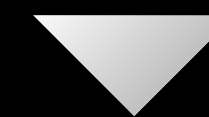
인간이 기억을 형성하는 방법

NAVER
DEVVIEW
2023

인간이 기억을 형성하는 방법에서 Continual Learning 기법의 Motivation을 찾았습니다



사람의 뇌는 단기 기억과 장기 기억을
주고 받으며 지식을 축적한다



여러 Task에 공 적용되는 지식은
장기 기억에,
특정 Task에 한정된 지식은
단기 기억에 해당

두뇌의 기억 메커니즘

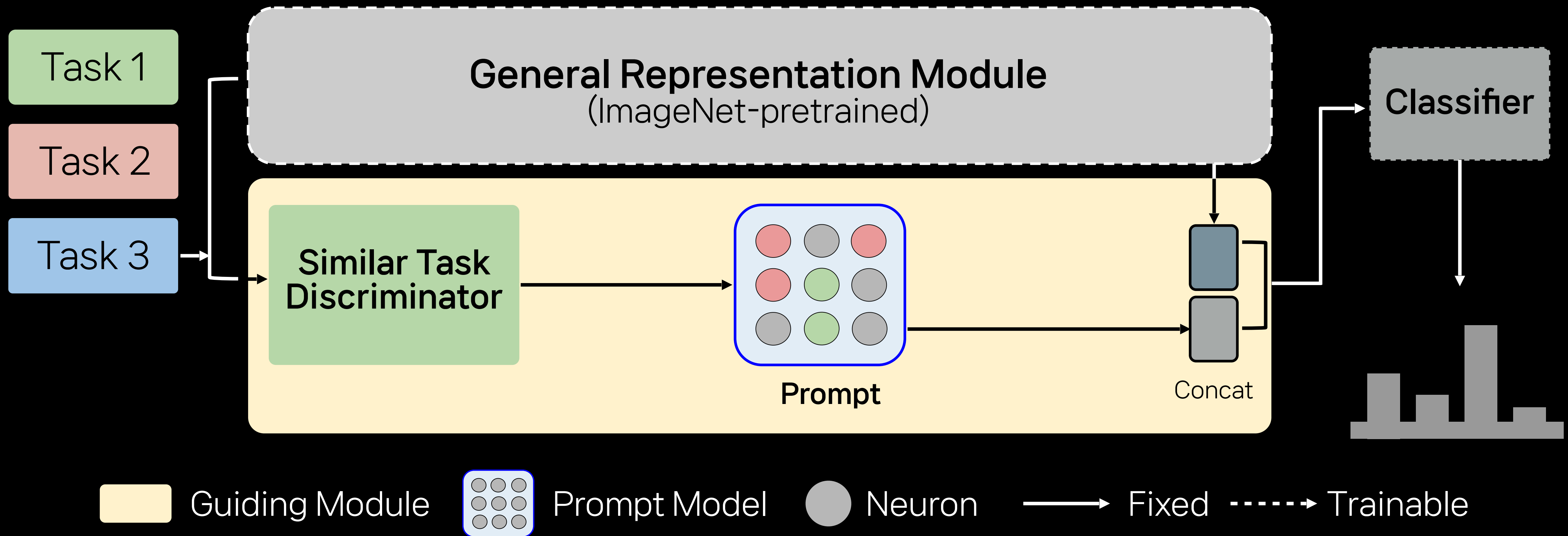
**인간의 뇌가 기억을 형성하는 과정을
모방하면 어떨까?**

LPG: Lightweight-prompt Learning with General Representation

Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

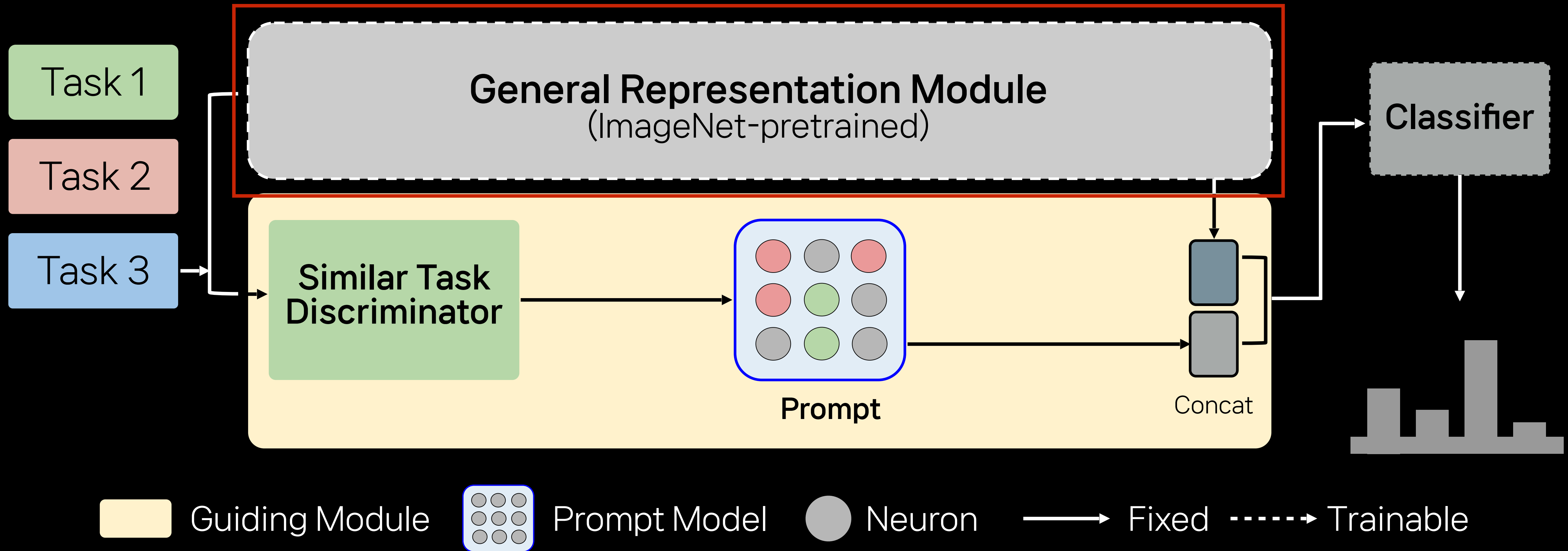
장기 기억과 단기 기억을 주고받는 인간의 뇌를 모사한 Continual Learning 기법을 디자인했습니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

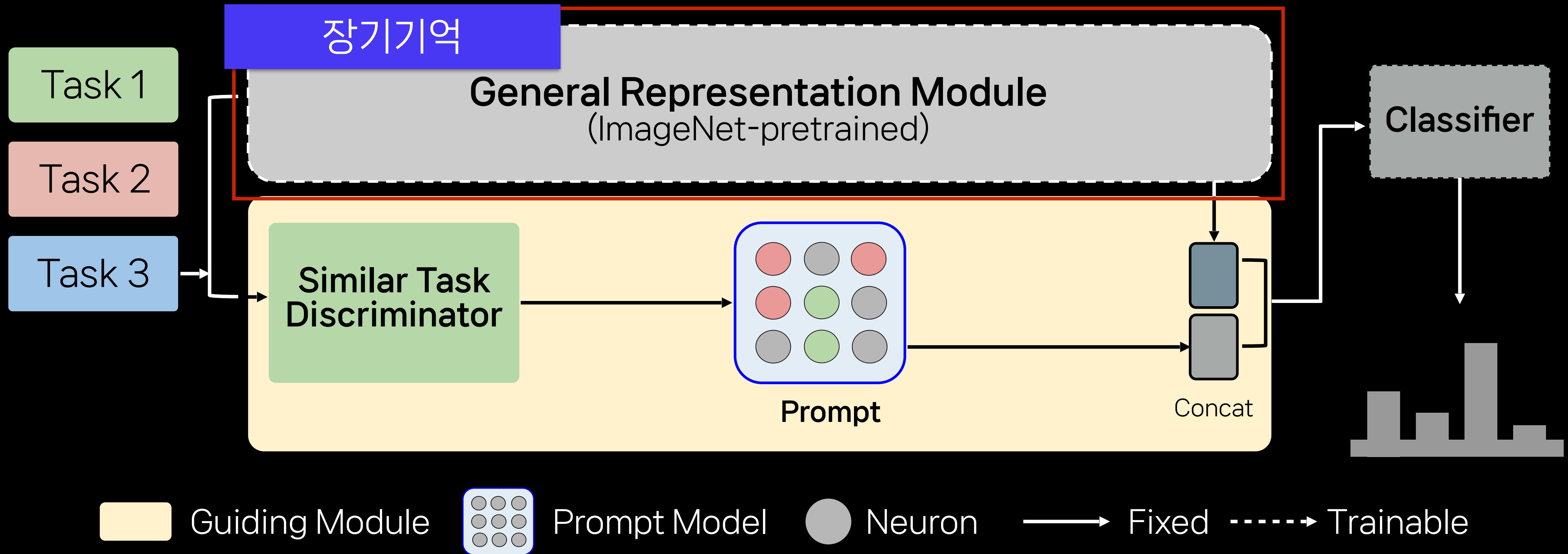
ImageNet을 학습한 Inductive Bias는 새로운 Task에 대해서도 일정 수준의 이해도를 가지고 있습니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

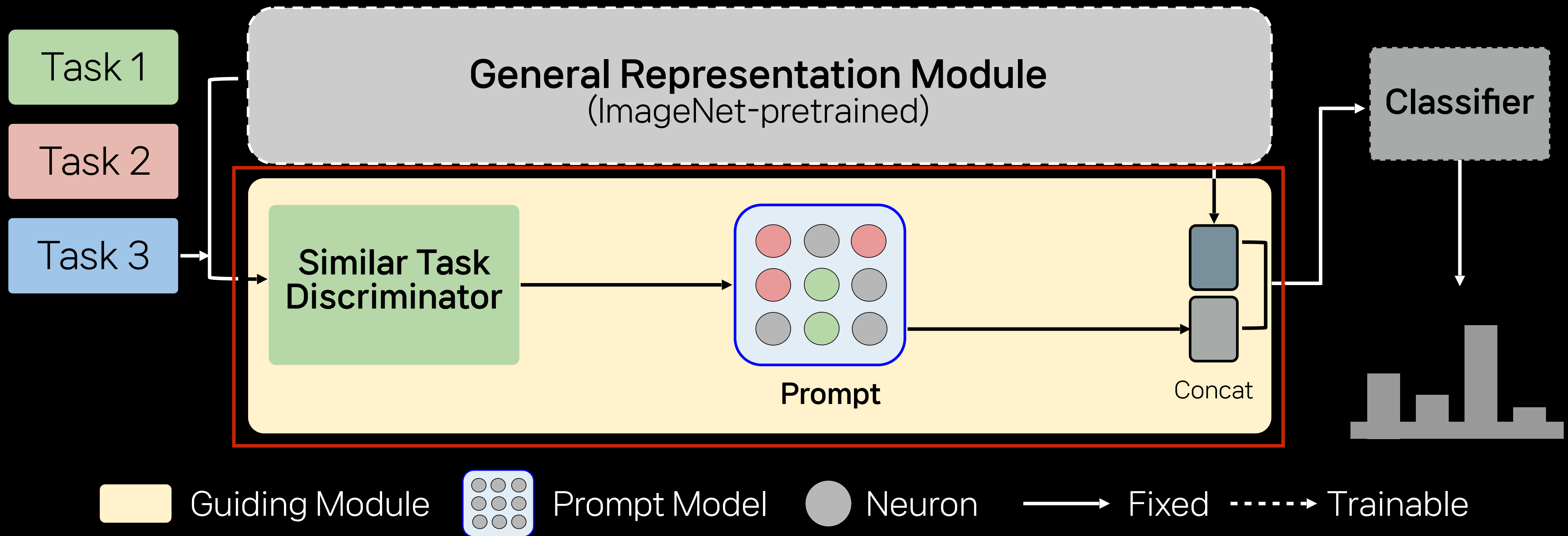
ImageNet을 학습한 Inductive Bias는 새로운 Task에 대해서도 일정 수준의 이해도를 가지고 있습니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

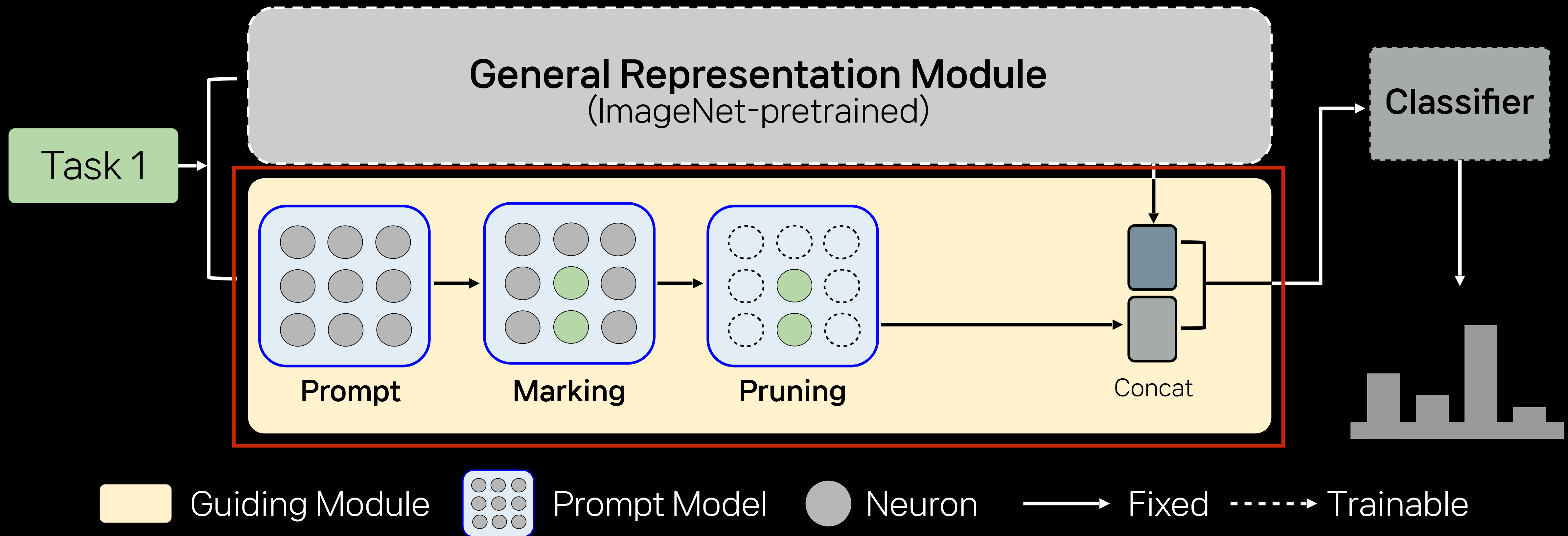
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

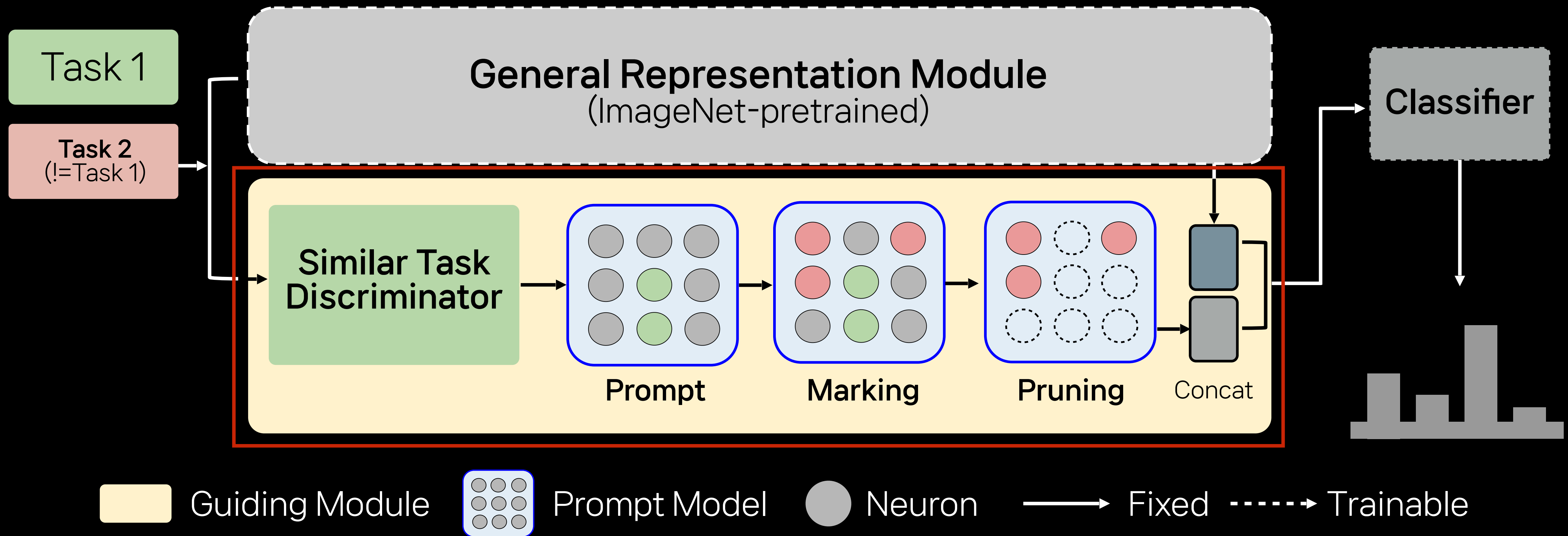
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

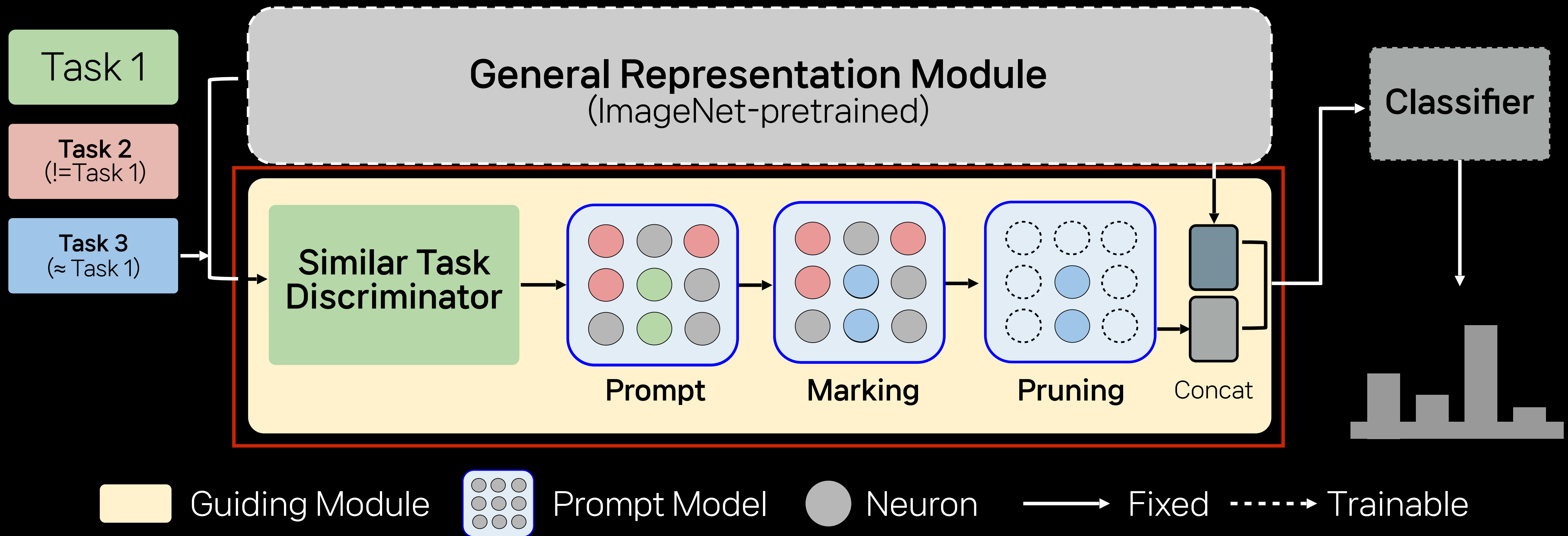
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

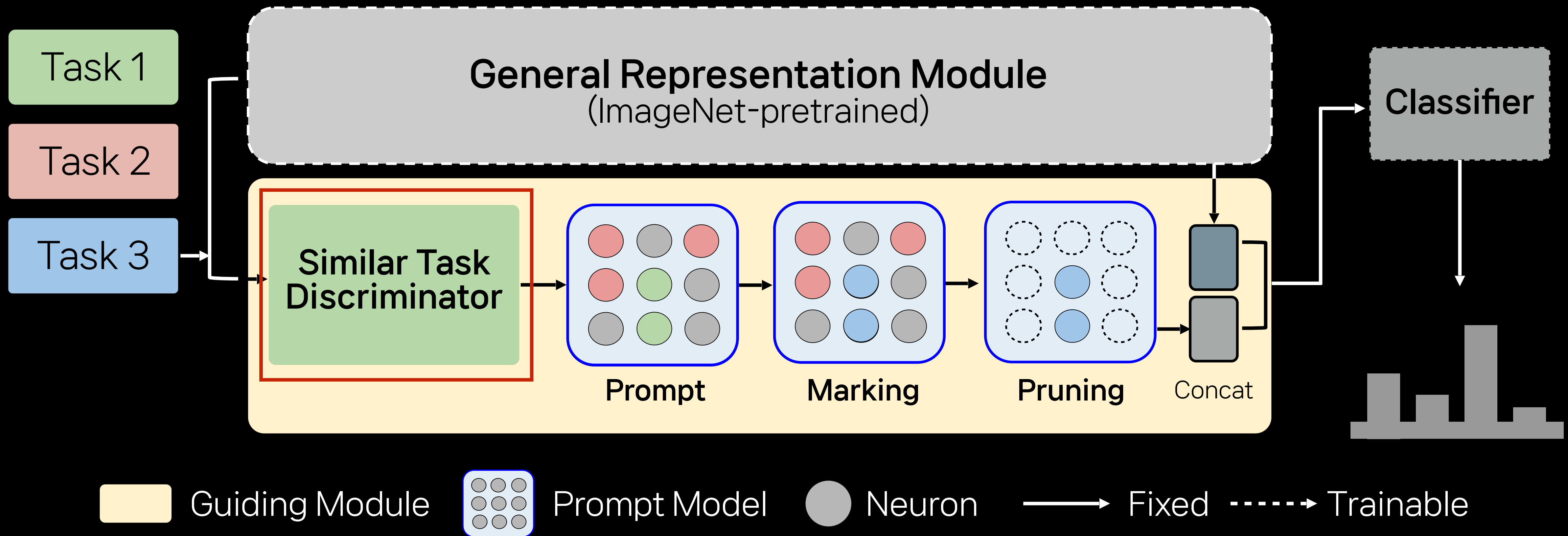
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

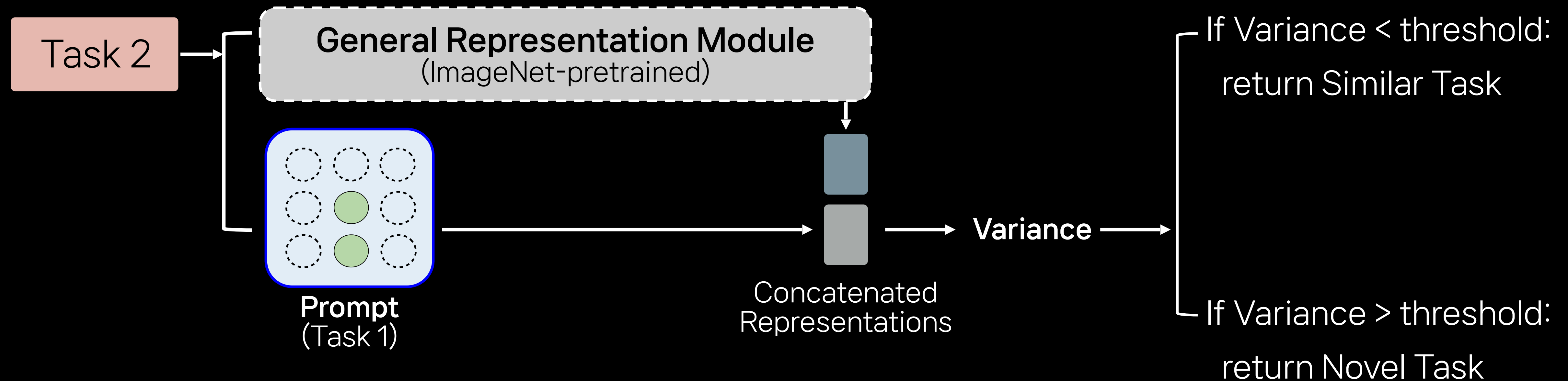
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

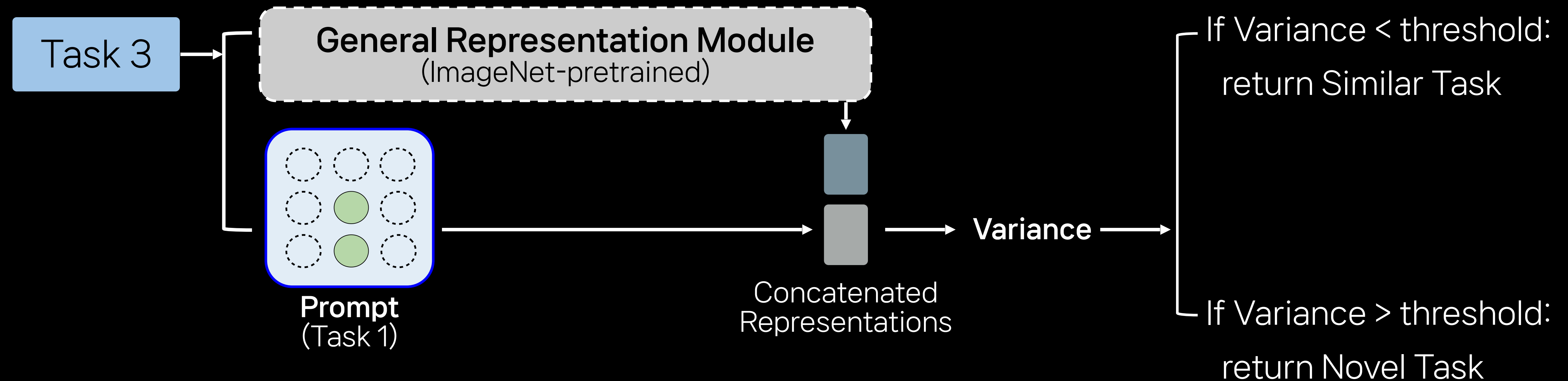
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

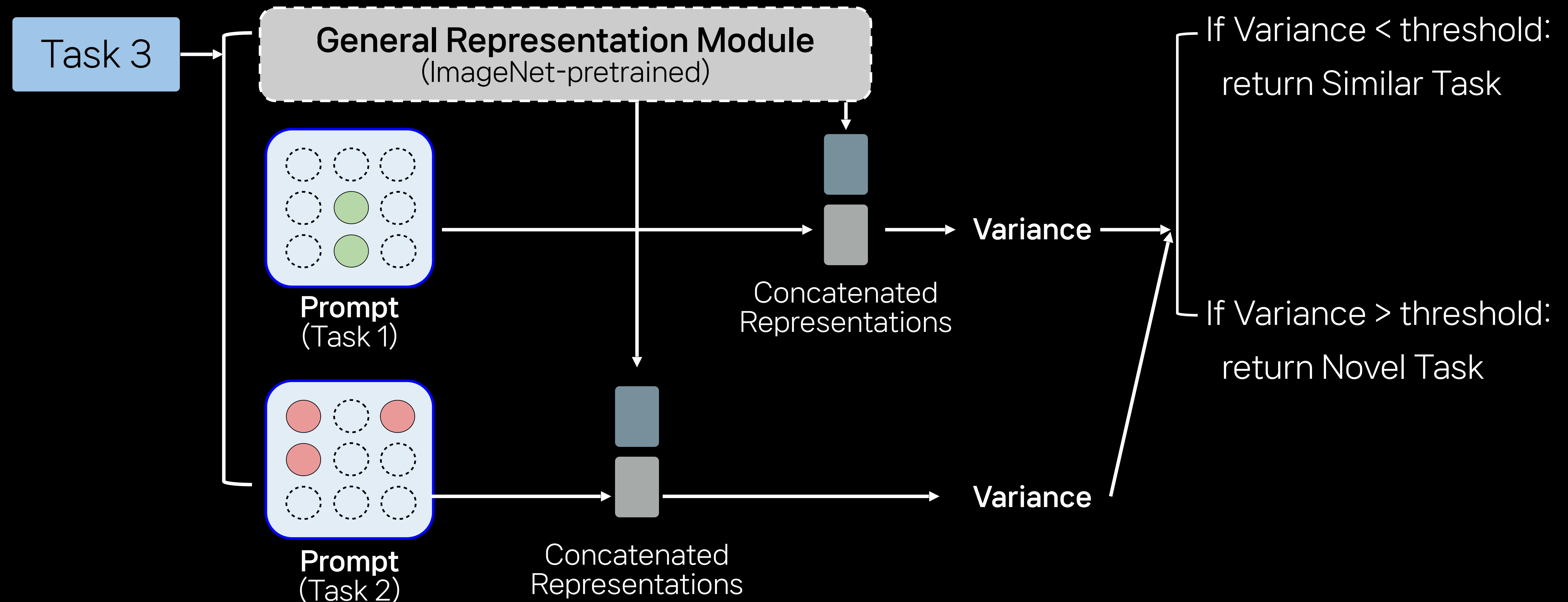
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

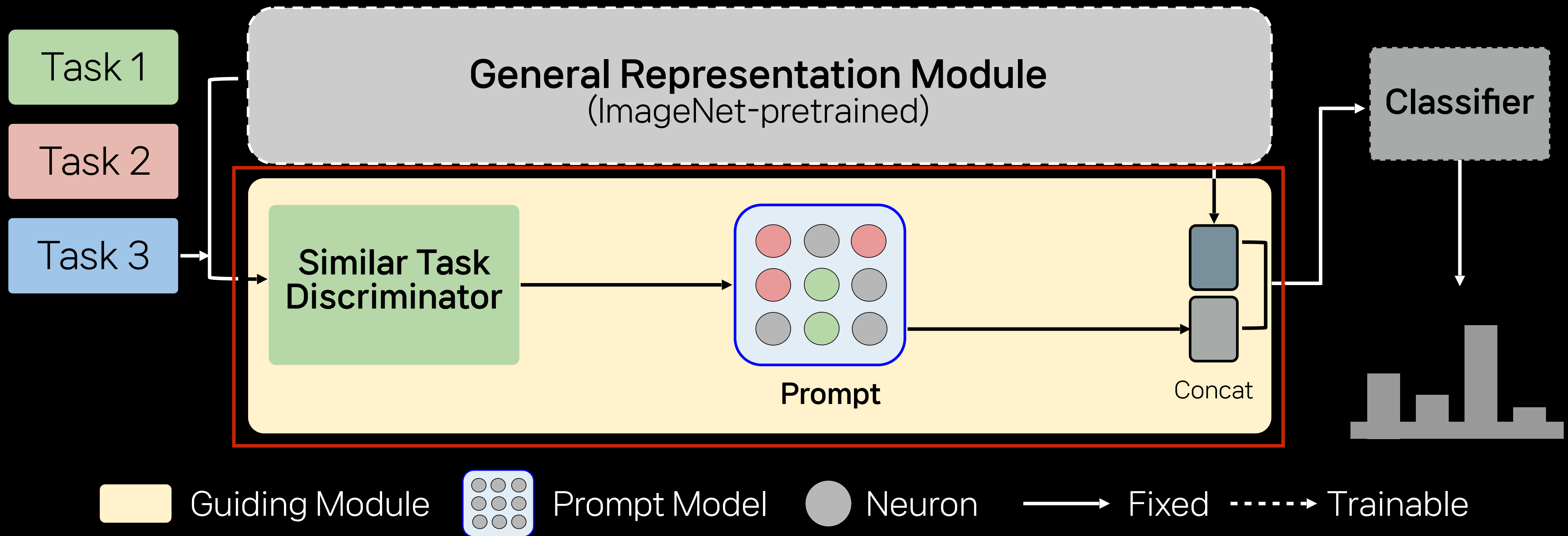
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

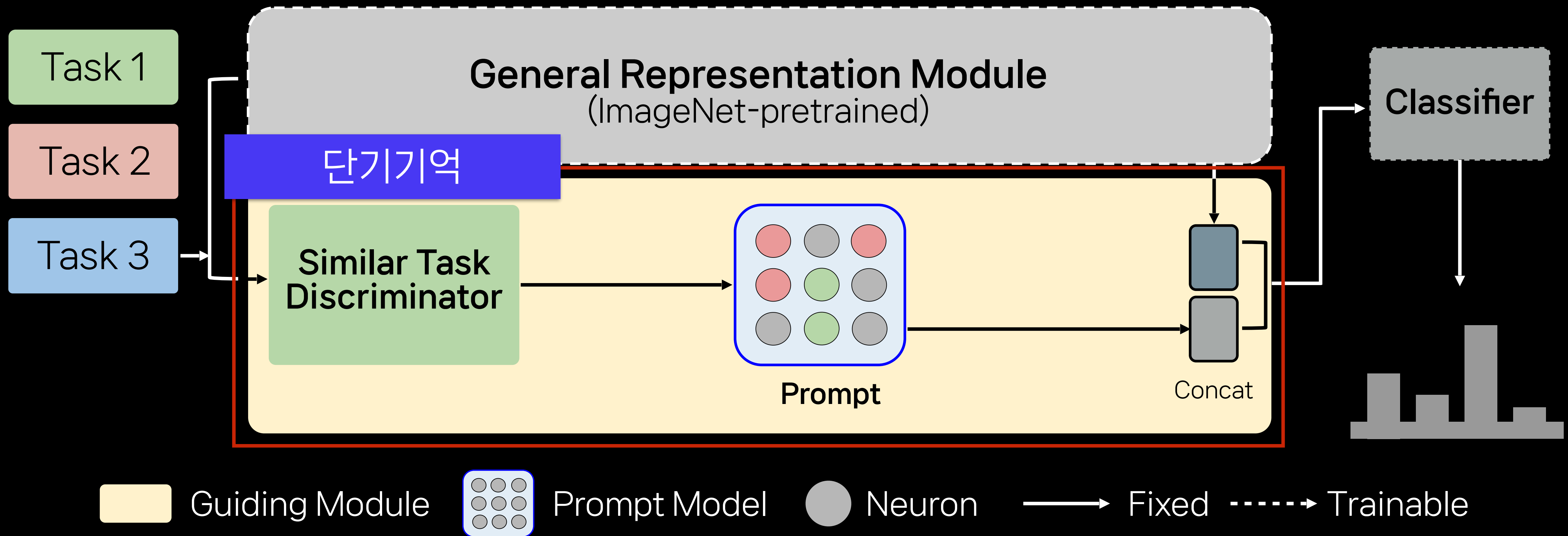
Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다



Brain-Inspired Continual Learning

NAVER
DEVVIEW
2023

Guiding Module은 새로운 Task가 들어올 때 마다, Task-specific한 Knowledge를 알려줍니다

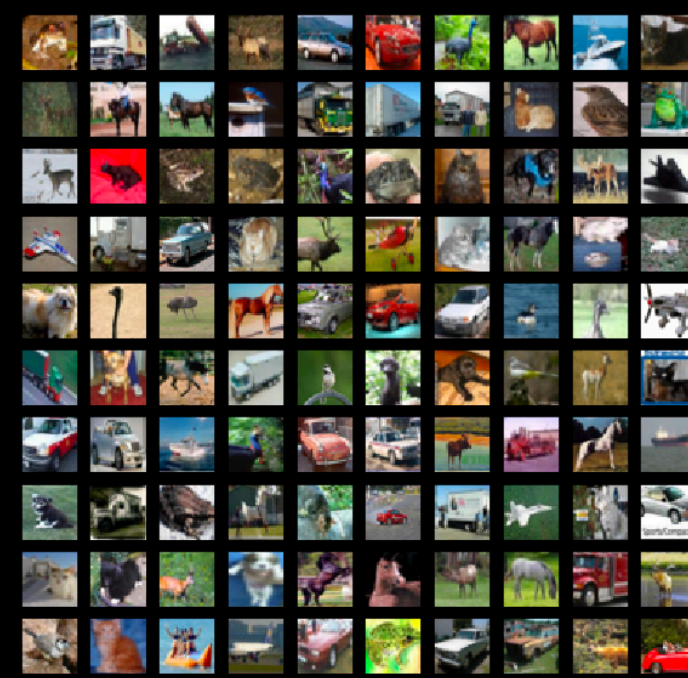


Experiments

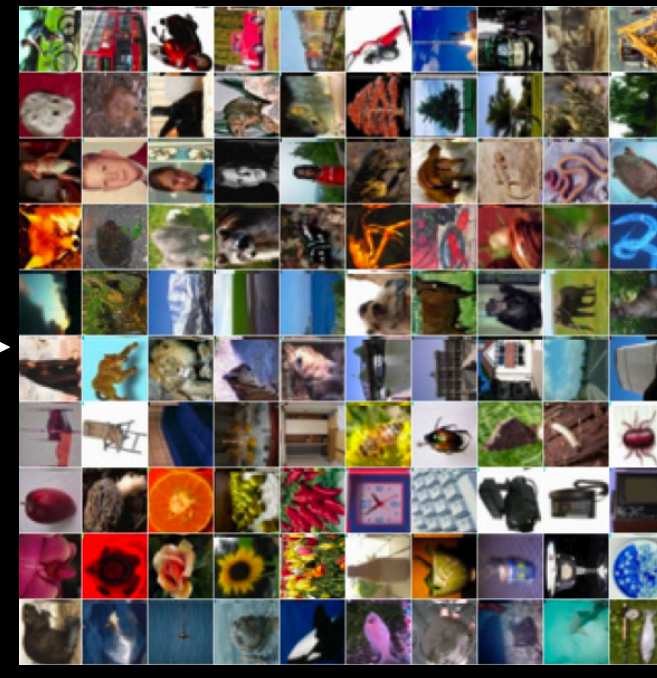
NAVER
DEVVIEW
2023

LPG의 성능을 검증하기 위한 Benchmark를 설정하였습니다

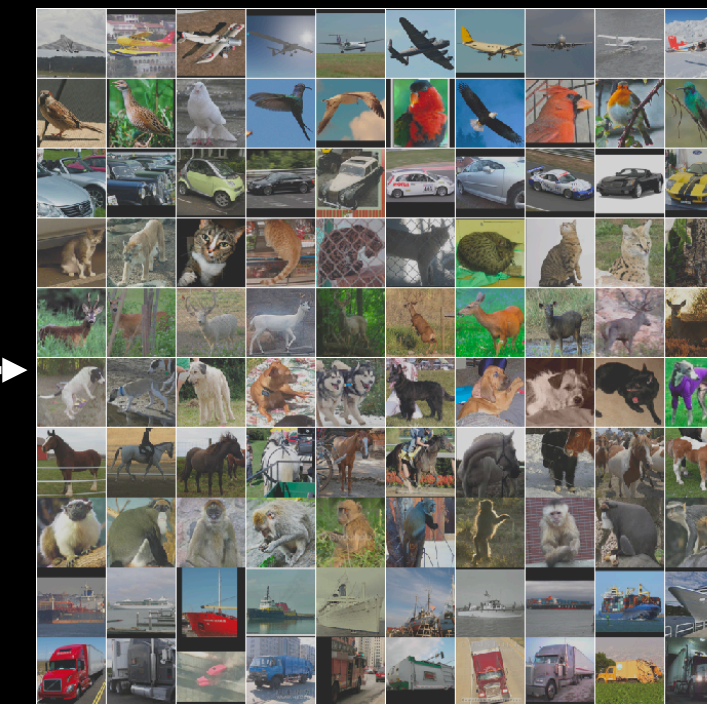
Coarse-
Grained
Setting



CIFAR-10



CIFAR-100



STL-10



SVHN

Fine-
Grained
Setting



Stanford-Cars
#1



Stanford-Cars
#2



Stanford-Cars
#3



Stanford-Cars
#4

Experiment Result

기존 Baseline 기법들 대비 높은 성능을 달성함을 확인했습니다

Scenario		Supervised	PackNet	LWF	LPG (Ours)	w/o Update	w/o Update & Disc	Pred. Similar Task
Coarse-grained	CIFAR-10	94.80	89.82	91.29	97.56	96.61	96.56	-
	CIFAR-100	82.97	83.09	82.25	82.97	82.43	78.32	N/A
	STL-10	94.86	92.78	92.78	94.86	93.56	90.82	CIFAR-10
	SVHN	95.52	88.28	88.28	95.52	93.50	94.23	N/A
Fine-grained	Stanford-Cars #1	58.22	69.74	69.74	58.22	60.98	58.93	-
	Stanford-Cars #2	44.21	28.65	28.65	44.21	44.11	43.32	N/A
	Stanford-Cars #3	42.75	26.86	26.86	42.75	41.01	42.08	N/A
	Stanford-Cars #4	65.23	35.07	35.07	46.05	46.05	54.90	N/A

Experiment Result

NAVER
DEVVIEW
2023

여러 Task들에 공통적으로 작용하는 뉴런이 존재함을 확인하였습니다

Scenario	Coarse-grained				Fine-grained			
	CIFAR-10	CIFAR-100	STL-10	SVHN	Stanford-Cars #1	Stanford-Cars #2	Stanford-Cars #3	Stanford-Cars #4
Random Marking	96.56	70.59	94.29	90.67	58.22	41.93	7.99	47.45
LPG (Ours)	96.56	82.27	94.86	95.52	58.22	44.21	42.75	65.23

현실에 바로 도입할 수 있을까?

Continual Learning in Real World

NAVER
DEVIEW
2023

Continual Learning이 모든 Case에서 잘 되는 것은 아닙니다

General
Representation
Module이
이해를 잘 못하는 경우

시간이 오래 흘러
Task의 개수가
매우 많아지는 경우

Label들 사이의
Discriminative Cue가
겹치거나 불분명한 경우

Continual Learning in Real World

NAVER
DEVVIEW
2023

Continual Learning이 모든 Case에서 잘 되는 것은 아닙니다



눈 묻은 차



거품세차 중인 차

Continual Learning in Real World

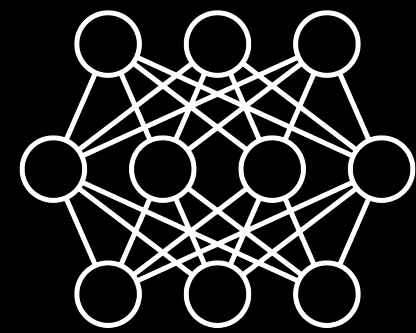
NAVER
DEVVIEW
2023

개발환경에서 여러 모델들을 모니터링하고, Best Model을 운영으로 릴리즈합니다

개발환경

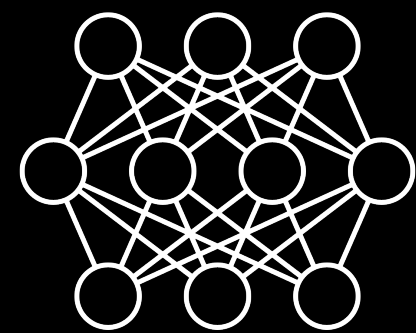


Offline Test Set



LPG

...



Supervised

98%

...

97%



Online Test Set

정성적
모니터링

운영환경

Continual Learning in Real World

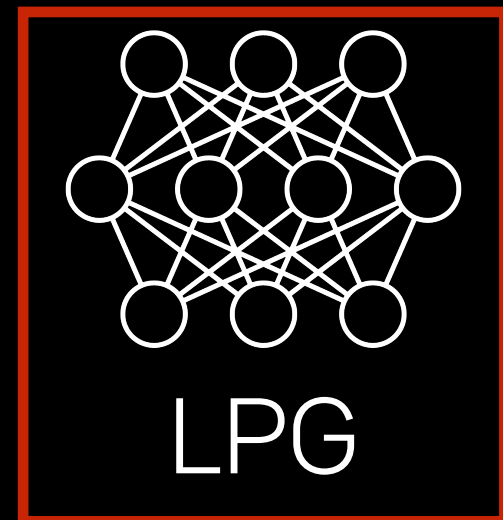
NAVER
DEVVIEW
2023

개발환경에서 여러 모델들을 모니터링하고, Best Model을 운영으로 릴리즈합니다

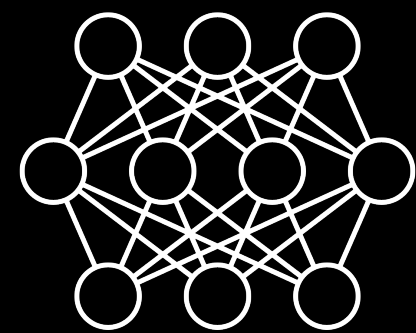
개발환경



Offline Test Set



...



Supervised

98%

...

97%



Online Test Set

정성적
모니터링

운영환경

Continual Learning in Real World

NAVER
DEVVIEW
2023

개발환경에서 여러 모델들을 모니터링하고, Best Model을 운영으로 릴리즈합니다



5. Summary

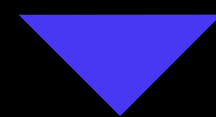
지속적으로 성장하는 AI시스템을 구축하며 얻은 Lessons Learned

Summary

NAVER
DEVVIEW
2023

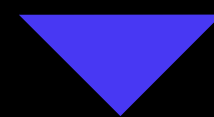
유사한 문제를 풀고자 하는 Scientist, Enginner, Researcher를 위한 Recommendations

Task와 무관한
데이터를 Isolate한다



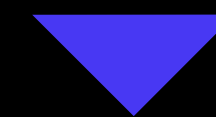
OOD Detector

효율적으로
필요한 데이터를
수집한다



Data Retriever

새로운 Label을
포함해 AI모델을
재학습한다



Continual Learning

Technical Details

NAVER
DEVVIEW
2023

소개드린 AI시스템에 사용된 기법들과 데이터셋은 아래 논문을 참조해주세요

Chung, Hyunhee, and Kyung Ho Park. "**Lightweight Prompt Learning with General Representation for Rehearsal-free Continual Learning.**" Sixth Workshop on Meta-Learning at the Conference on Neural Information Processing Systems.

Seo, Taewon, Kyung Ho Park, and Hyunhee Chung. "**SOCAR: Socially-Obtained CAR Dataset for Image Recognition in the Wild.**" Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision. 2023.

Chung, Hyunhee, and Kyung Ho Park. "**Is Meta-Learning Always Necessary?: A Practical ML Framework Solving Novel Tasks at Large-Scale Car Sharing Platform.**" Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision. 2023.

Park, Kyung Ho, Hyunhee Chung, and Soonwoo Kwon. "**Towards an Efficient ML System: Unveiling a Trade-off between Task Accuracy and Engineering Efficiency in a Large-scale Car Sharing Platform.**" arXiv preprint arXiv:2210.06585 (2022).

함께 만드는 사람들

NAVER
DEVVIEW
2023

쏘카에서는 여러 동료들이 AI시스템을 통해 비즈니스 임팩트를 달성하고 있습니다



박경호



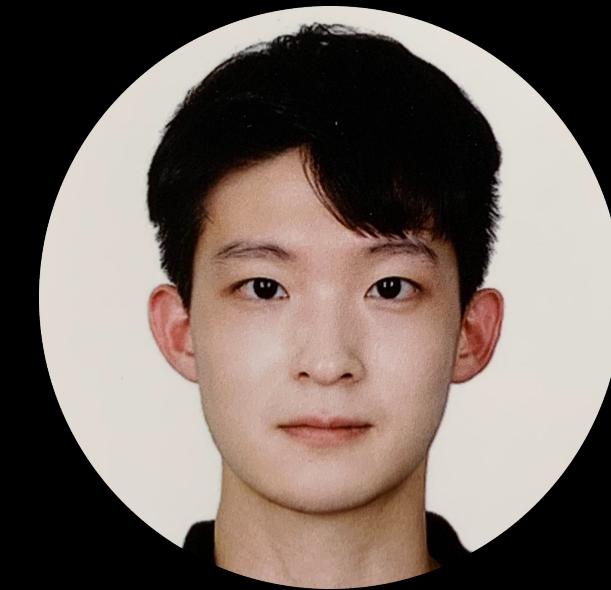
정현희



원혜진



서태원



김현수



안상태



송영인



이민준



조충현



이상혁

더 자세한 내용은 쏘카 부스를 찾아주세요!

Thank You

Q & A