

## 입력 데이터: 6G 채널 행렬 $H$

Channel Matrix  $H$  ( $16 \times 16$ )

$h_{11}$	$h_{12}$	...	$h_{12}$	$h_{16}$
$h_{21}$	$h_{22}$	...	$h_{22}$	$h_{16}$
$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
$h_{11}$	$h_{12}$	...	$h_{12}$	$h_{16}$
$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
$h_{16}$	$h_{16}$	...	$h_{16}$	$h_{16}$

$N = 16$   
(수신 안테나)

$M = 16$   
(송신 안테나)

## ML 모델

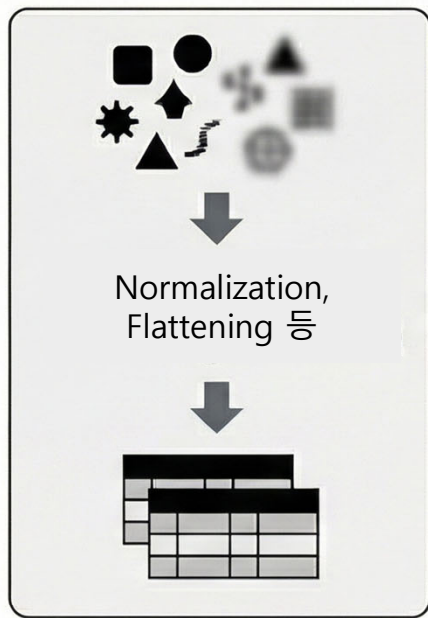


## 레이블: 선택된 안테나

1	0
1	0
0	1
1	0
0	1
1	0
0	1
1	0
1	1
0	0

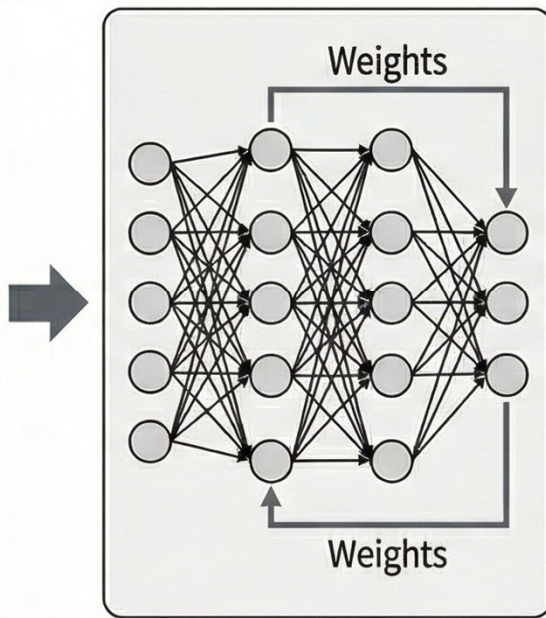
1D Label  
(16 values)

## 1. 데이터 전처리 (Data Preprocessing)



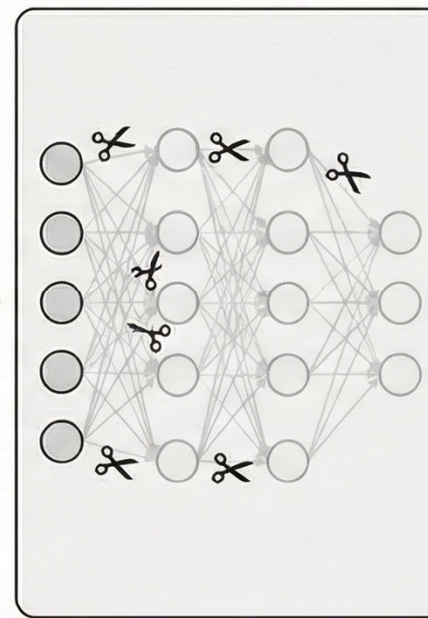
준비된 데이터  
(Ready Data)

## 2. 모델 학습 (FCN: Fully Connected Network)



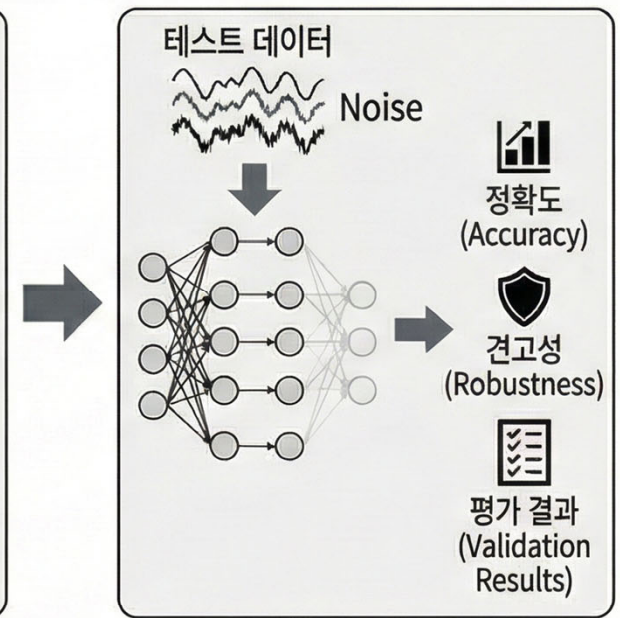
학습  
(Training)

## 3. 모델 프루닝 (Model Pruning)



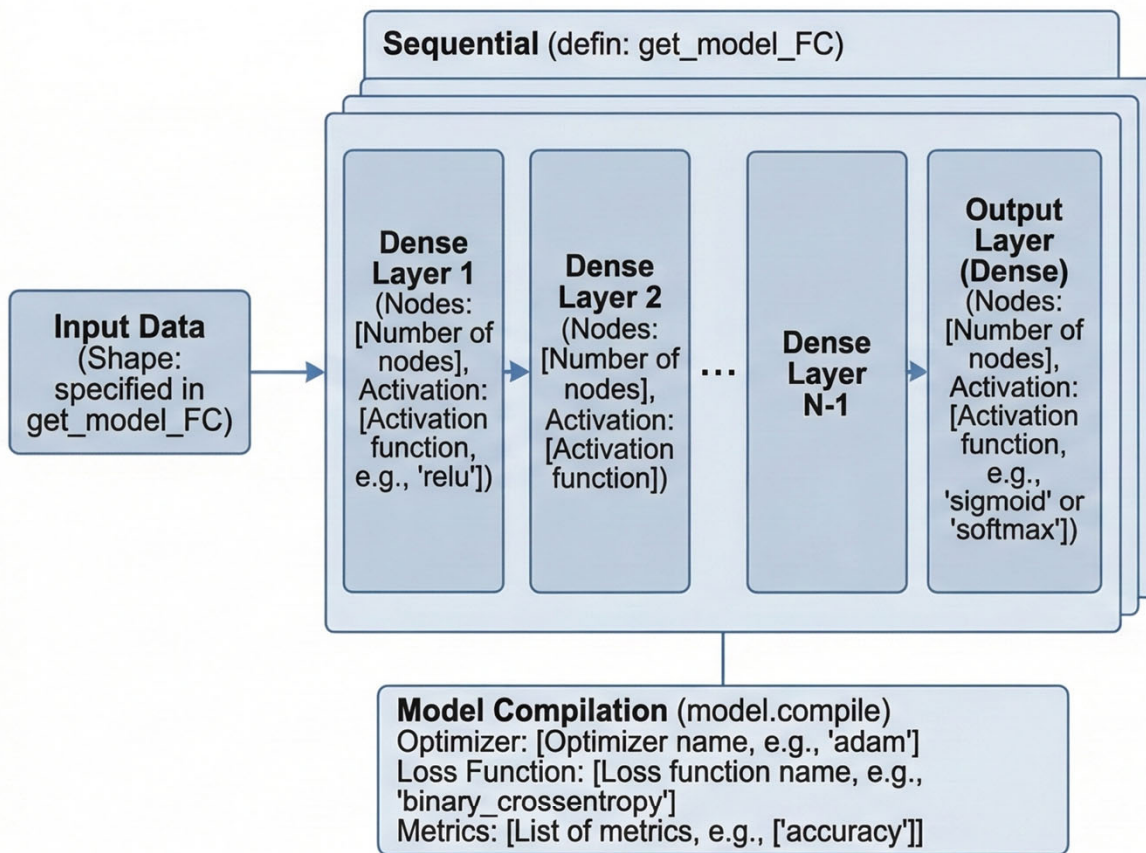
가지치기 (Pruning) &  
경량화 (Lightweighting)

## 4. Empirical Validation (noise 추가)

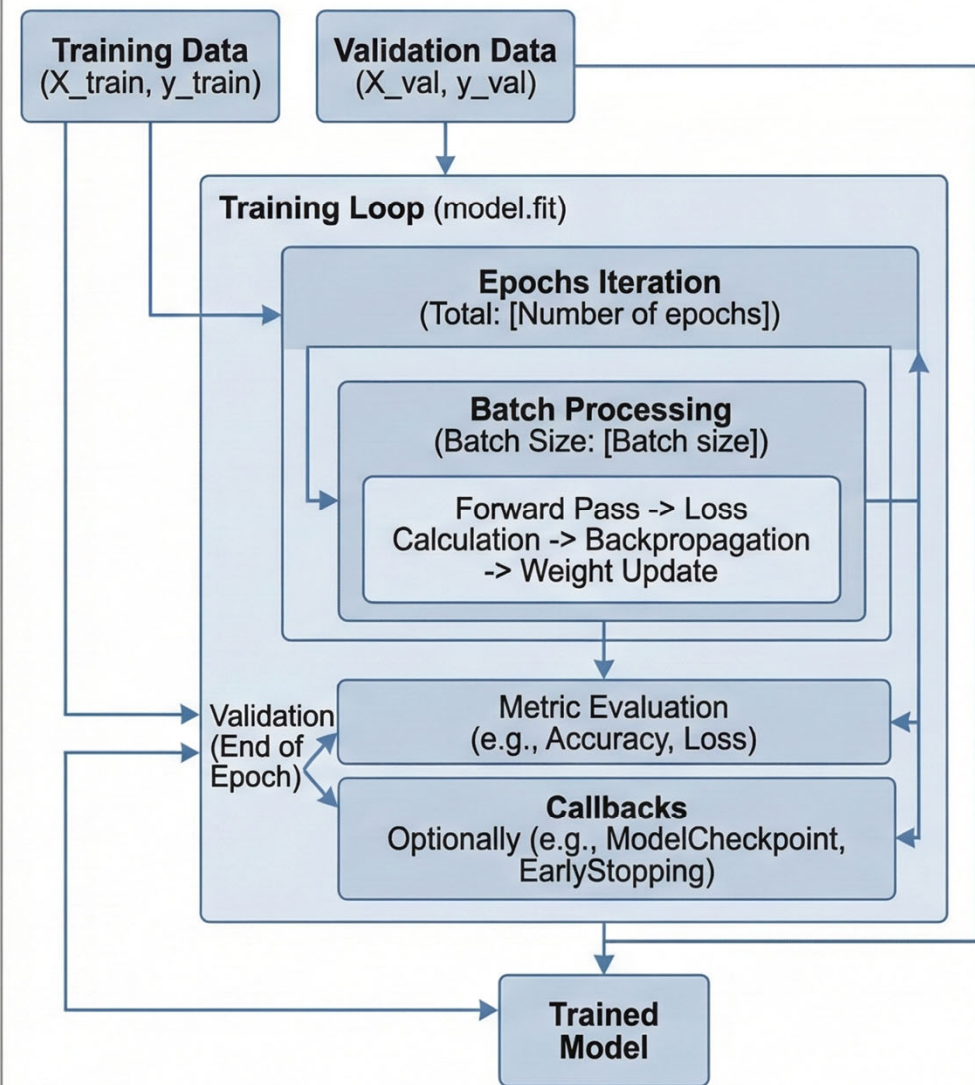


노이즈 테스트 & 검증  
(Noise Test & Validation)

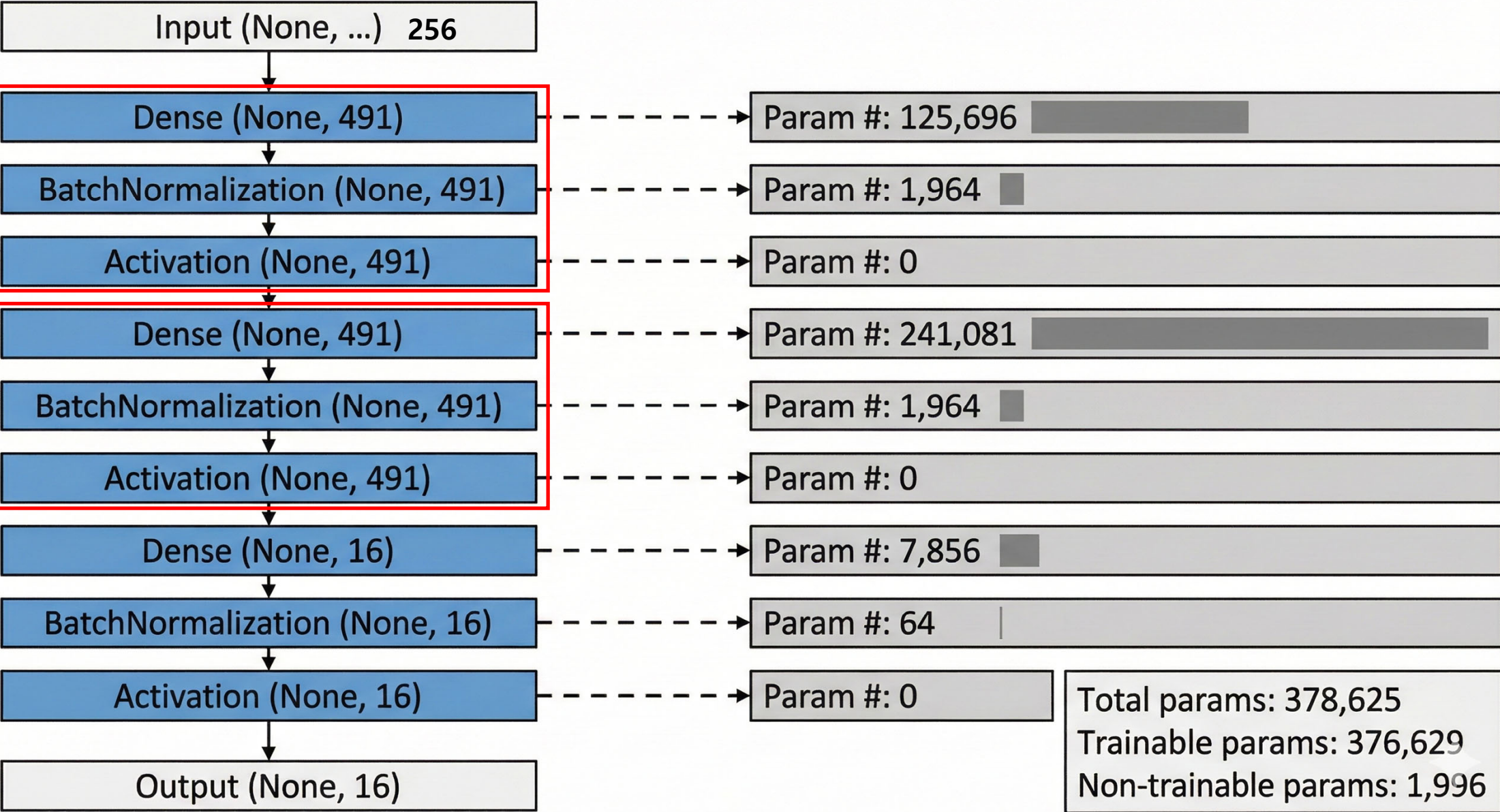
## 1. Model Setting (Fully-Connected Network)



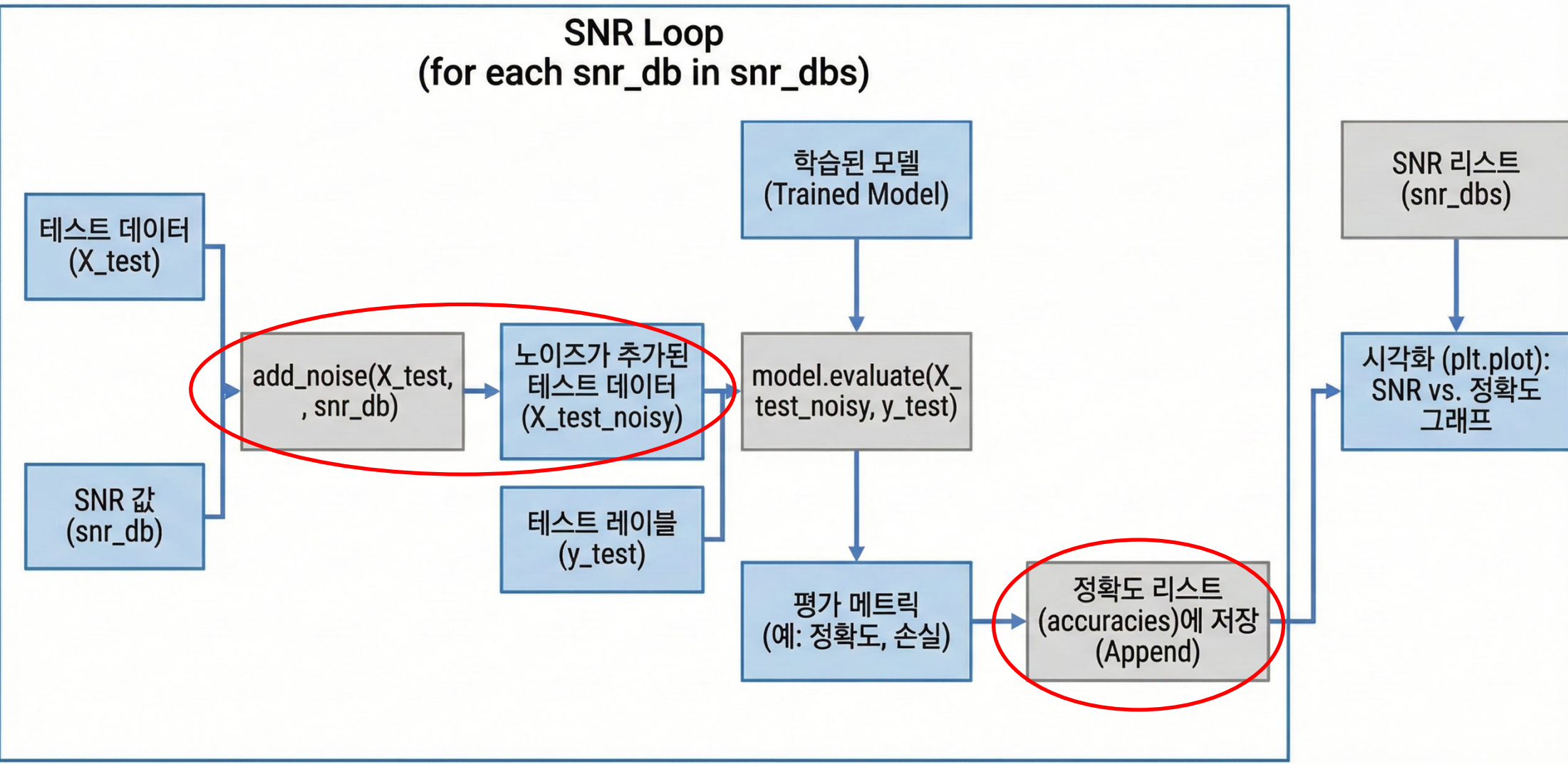
## 2. Learning Fully-Connected (Training Process)







# Empirical Validation (Noise Test & Evaluation)



O'REILLY®

# 머신러닝 시스템 설계

Designing Machine Learning Systems

프로젝트 범위 산정부터  
프로덕션 배포 후 모니터링까지,  
MLOps 완벽 해부하기



한빛미디어  
Hanbit Media, Inc.

아마존 인공지능,  
기계 이론, BI 도구  
분야 1위

스탠퍼드  
MLOps  
강의 기반

책 후면 지음  
김대근, 김영민, 율김

9 7875762050027 > 9787576205004

## 머신러닝 시스템 설계

프로젝트 범위 산정부터 프로덕션 배포 후 모니터링까지, MLOps 완벽 해부하기

전자책 발행 2023년 03월 20일

종이책 초판 1쇄 발행 2023년 03월 14일

지은이 칩 후연 / 옮긴이 김대근, 김영민 / 펴낸이 김태현

펴낸곳 한빛미디어(주) / 주소 서울시 서대문구 연희로2길 62 한빛미디어(주) IT출판2부

전화 02-325-5544 / 팩스 02-336-7124

등록 1999년 6월 24일 제25100-2017-000058호 / ISBN 979-11-6921-663-0 95000

출판 승격식 / 책임편집 서현 / 기획·편집 최민이

베타리더 강천석, 달리나움(김용익), 김용희, 박찬연, 양민혁, 유경운, 이석곤, 장대영, 정원창, 정현준, 조원광

디자인 표지 윤해원 내지 박정화 / 전산편집 이강숙

영업 김형진, 장경한, 조유미, 김선아 / 마케팅 박성용, 한종진, 이현은, 고광일, 심화정, 김한솔

제작 박성우, 김장우 / 정가 30,400원

이 책에 대한 의견이나 오타 및 잘못된 내용에 대한 수정 정보는 한빛미디어(주)의 홈페이지나 아래 이메일로  
알려주세요.

한빛미디어 홈페이지 [www.hanbit.co.kr](http://www.hanbit.co.kr) / 이메일 [ask@hanbit.co.kr](mailto:ask@hanbit.co.kr)

© 2023 Hanbit Media, Inc.

Authorized Korean translation of the English edition of Designing Machine Learning Systems, ISBN  
9781098107963 © 2022 Huyen Thi Khanh Nguyen.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all  
rights to publish and sell the same.

이 책의 저작권은 오라일리 및 한빛미디어(주)에 있습니다.

저작권법에 의해 보호를 받는 저작물이므로 무단 전재와 무단 복제를 금합니다.

지금 하지 않으면 할 수 없는 일이 있습니다.

책으로 보내고 싶은 아이디어나 원고를 메일([writer@hanbit.co.kr](mailto:writer@hanbit.co.kr))로 보내주세요.

한빛미디어(주)는 여러분의 소중한 경험과 지식을 기다리고 있습니다.



## CHAPTER 1 머신러닝 시스템 개요

1.1	머신러닝을 사용해야 하는 경우	35
1.1.1	머신러닝 유스 케이스	42
1.2	머신러닝 시스템 이해하기	45
1.2.1	연구용 머신러닝 vs. 프로덕션용 머신러닝	45
1.2.2	머신러닝 시스템 vs. 전통적인 소프트웨어	57
1.3	정리	59

## CHAPTER 2 머신러닝 시스템 설계 소개

2.1	비즈니스와 머신러닝의 목적	62
2.2	머신러닝 시스템 요구 사항	65
2.3	반복 프로세스	68
2.4	머신러닝 문제 구조화하기	71
2.4.1	머신러닝 작업 유형	72
2.4.2	목적 함수	77
2.5	지성 vs. 데이터	80
2.6	정리	83

## CHAPTER 3 데이터 엔지니어링 기초

3.1	데이터 소스	86
3.2	데이터 포맷	89
3.2.1	JSON	90
3.2.2	행 우선 포맷 vs. 열 우선 포맷	91
3.2.3	텍스트 포맷 vs. 이진 포맷	94
3.3	데이터 모델	95
3.3.1	관계형 모델	96
3.3.2	NoSQL	100
3.3.3	정형 데이터 vs. 비정형 데이터	104
3.4	데이터 스토리지 엔진 및 처리	105
3.4.1	트랜잭션 처리와 분석 처리	106
3.4.2	ETL: Extract, Transform, Load	109
3.5	데이터플로 모드	111
3.5.1	데이터베이스를 통한 데이터 전달	112
3.5.2	서비스를 통한 데이터 전달	112
3.5.3	실시간 전송을 통한 데이터 전달	114
3.6	배치 처리 vs. 스트림 처리	117
3.7	정리	119

## CHAPTER 4 훈련 데이터

4.1	샘플링	122
4.1.1	비확률 샘플링	123
4.1.2	단순 무작위 샘플링	124
4.1.3	계층적 샘플링	125
4.1.4	가중 샘플링	125
4.1.5	저수지 샘플링	127
4.1.6	중요도 샘플링	128
4.2	레이블링	128
4.2.1	수작업 레이블	129
4.2.2	자연 레이블	132
4.2.3	레이블 부족 문제 해결하기	136
4.3	클래스 불균형 문제	145
4.3.1	클래스 불균형 문제의 어려움	146
4.3.2	클래스 불균형 처리하기	148
4.4	데이터 증강	158
4.4.1	단순 레이블 보존 변환	158
4.4.2	교란	159
4.4.3	데이터 합성	161
4.5	정리	163

## CHAPTER 5 피쳐 엔지니어링

5.1	학습된 피쳐 vs. 엔지니어링된 피쳐	166
5.2	피쳐 엔지니어링 기법	169
5.2.1	결측값 처리	169
5.2.2	스케일링	173
5.2.3	이산화	174
5.2.4	범주형 피쳐 인코딩	176
5.2.5	피쳐 교차	178
5.2.6	이산 및 연속 위치 임베딩	179
5.3	데이터 누수	182
5.3.1	일반적인 원인	184
5.3.2	데이터 누수 검출	187
5.4	좋은 피쳐를 설계하는 방법	188
5.4.1	피쳐 중요도	189
5.4.2	피쳐 일반화	192
5.5	정리	193

## CHAPTER 6 모델 개발과 오프라인 평가

6.1	모델 개발과 훈련	196
6.1.1	머신러닝 모델 평가	196
6.1.2	양상불	203
6.1.3	실험 추적과 버전 관리	209
6.1.4	분산 훈련	216
6.1.5	오토ML	221
6.2	모델 오프라인 평가	228
6.2.1	베이스라인	229
6.2.2	평가 방법	231
6.3	정리	240