

패턴인식

Introduction to Pattern Recognition

김영진

you359@cbnu.ac.kr

충북대학교 산업인공지능연구센터



CONTENTS

I

패턴인식이란?

패턴인식 정의, 패턴인식 응용, 패턴과 특징

II

패턴인식 시스템과 설계

패턴인식 시스템 구성 및 설계 방안

III

패턴인식 기술의 발전 과정

전통적 접근부터 딥러닝 기반의 E2E 접근까지의 패턴인식 발전 과정

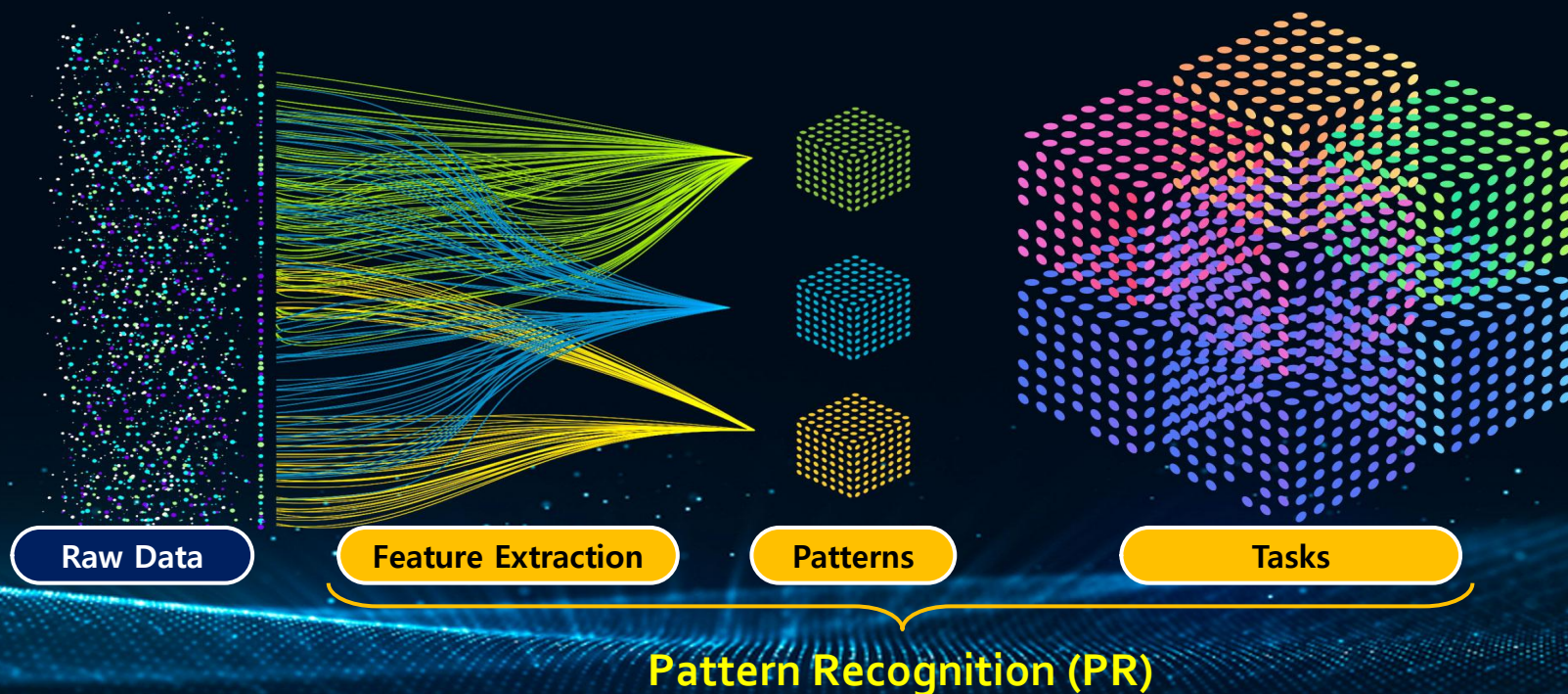
IV

표현 학습 (Representation Learning)

표현 학습 (Representation Learning) 개요

■ 패턴인식의 정의

컴퓨터를 사용해서 화상, 문자, 음성 등을 인식하는 것. 문자 인식, 음성 인식 및 화상 인식 등이 있다. 패턴 인식 시스템은 일반적으로 특징 추출과 패턴 정합 부분으로 되어있는데, 특징 추출은 화상 등의 이미지 데이터나 음성 등의 파형 데이터를 분석해서 그 데이터의 고유 특징(패턴)을 추출한다. 시스템은 인식 대상 패턴을 표준 패턴으로 작성해 두었다가, 인식시에 이 표준 패턴과 입력 패턴을 비교(패턴 정합)해서 표준 패턴과 가장 유사한 것을 인식 결과치로 한다. 문자 인식은 인식 대상으로 하는 문자의 종류와 인식 방법으로 분류되며, 음성 인식은 연속적인 문장 음성 인식을 개발 대상으로 한다. 화상 인식은 이미지 데이터의 색이나 농담, 거리 등으로부터 점이나 선, 특정 영역, 배경 등을 추출해서 대상이 되는 물체 등을 인식한다. - TTA정보통신용어사전

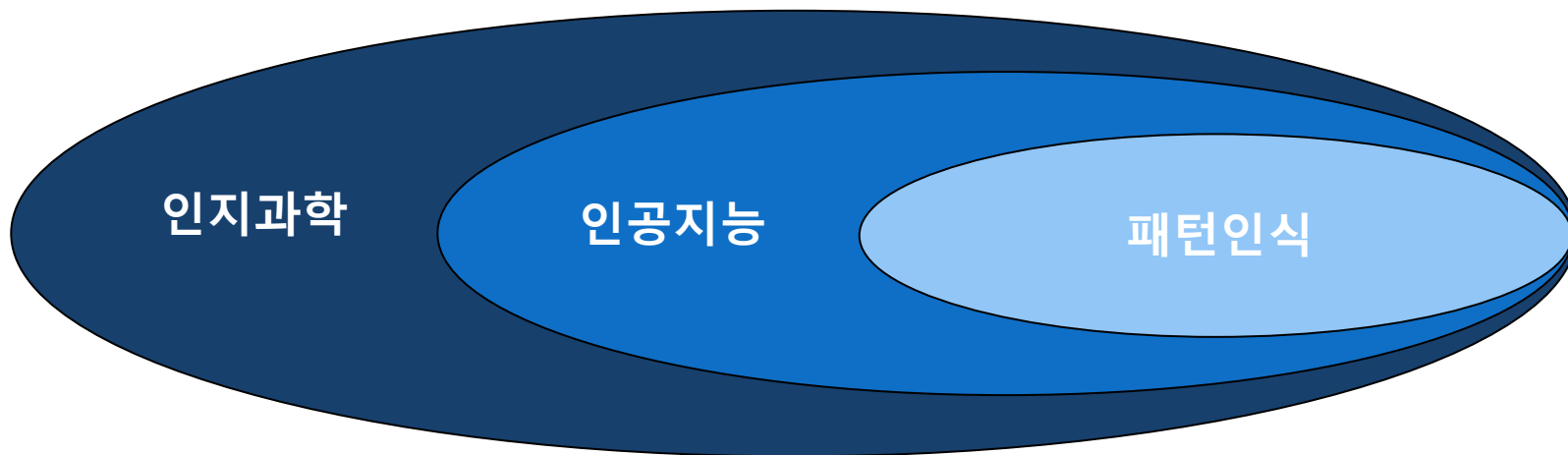


■ 패턴인식의 정의

❖ **패턴 인식**(영어: pattern recognition)은 계산 가능한 장치가 어떠한 대상을 인식하는 문제를 다루는 인지과학(Cognitive Science)과 인공지능(Artificial Intelligence)의 한 분야

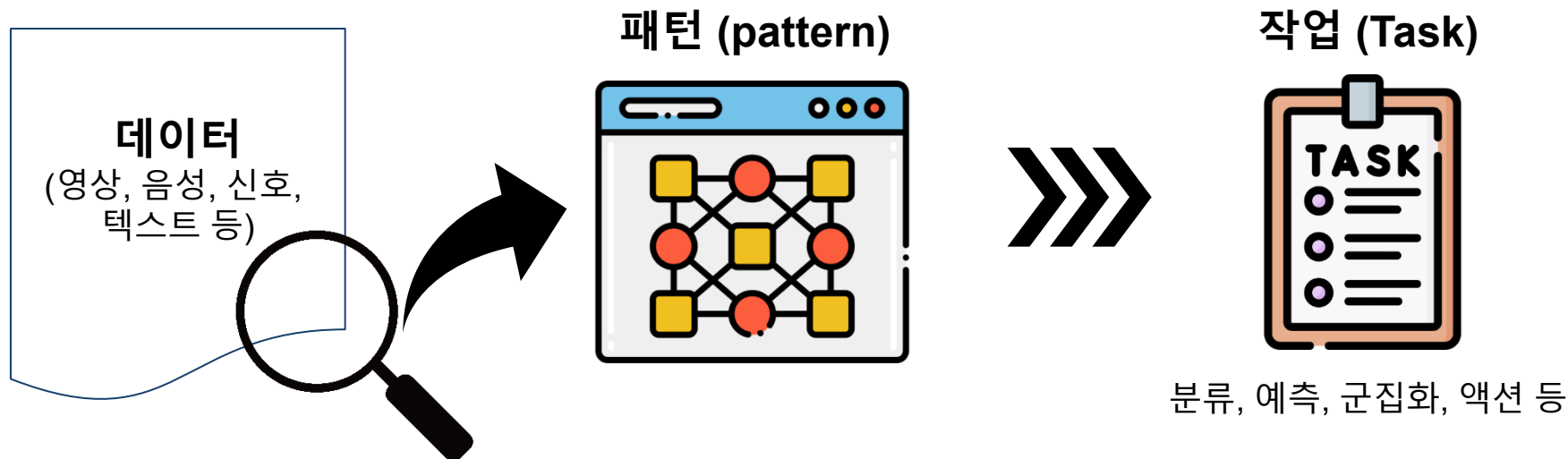
※ 인지과학: 지능과 인식의 문제를 다루는 포괄적인 학제적 과학 분야

※ 인공지능: 인간의 학습능력과 추론능력을 인공적으로 모델링하여 외부 대상을 지각하는 능력을 컴퓨터 프로그램으로 구현하는 기술



■ 패턴인식의 정의

- ❖ 패턴 인식은 데이터에서 규칙성을 찾아내고 이를 통해 자동으로 분류, 예측 등의 작업을 수행하는 기술을 의미
- ❖ 영상인식, 음성인식, 신호처리, 자연어인식 등 다양한 분야에 적용되며 지능형 시스템의 핵심 기술로 활용



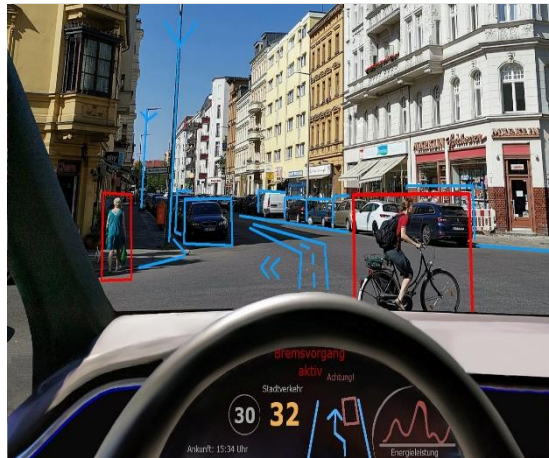
■ 패턴인식 응용 분야

영상 인식 (Image & Video Recognition)

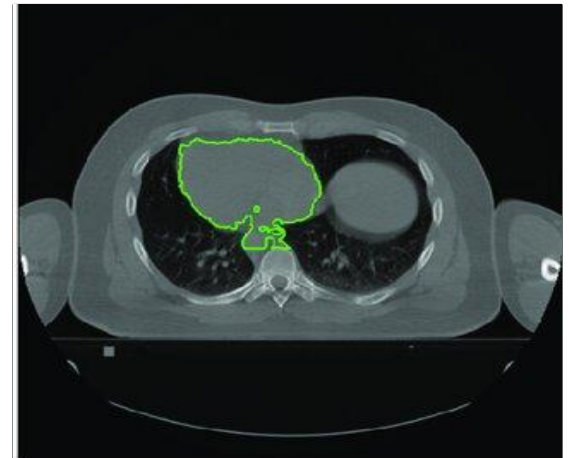
- 카메라, 센서 등으로 획득한 영상·이미지 데이터를 분석하여 물체나 상황을 식별
- 예: 얼굴 인식 출입 시스템, 사진 자동 태깅, 자율주행 차량의 객체 탐지, 의료 영상 분석 등
- 핵심 기술 : CNN (Convolutional Neural Network), ViT (Vision Transformer) 등



얼굴 인식



차량 객체 인식



의료 영상 분석

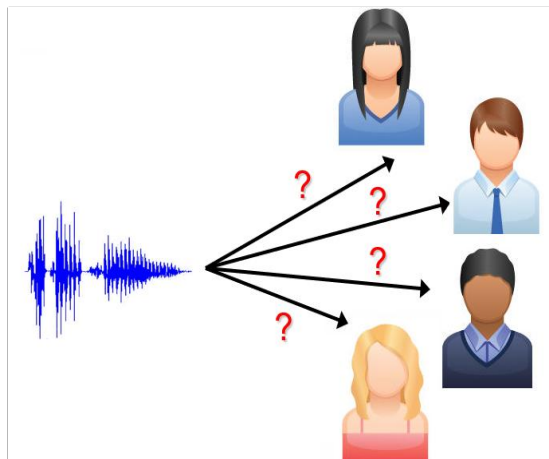
■ 패턴인식 응용 분야

음성 인식 (Speech Recognition)

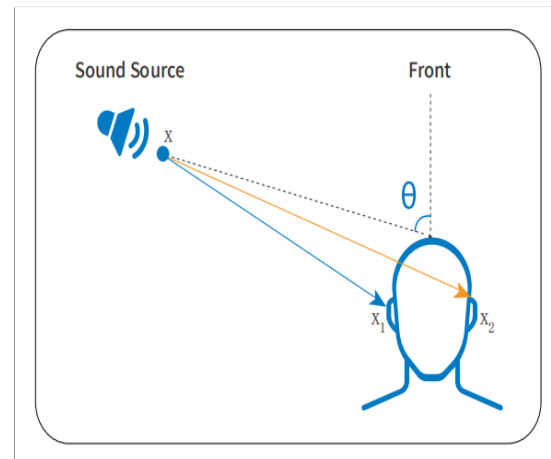
- 음성 신호를 분석하여 단어와 문장을 인식, 소리 위치/방향 추정 등의 작업 수행
- 스마트폰 음성 비서(Siri, Google Assistant), 자막 자동 생성, 화자인식, 음원 방향 추정 등에 사용
- 핵심 기술 : HMM (Hidden Markov Model), 딥러닝 기반 음향 모델 등



음성 비서



화자 인식

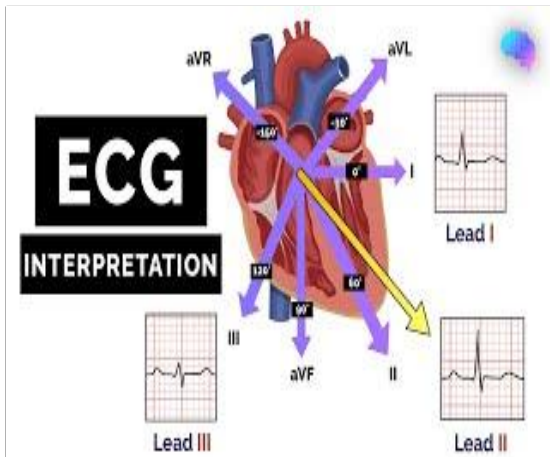


음원 방향 추정

■ 패턴인식 응용 분야

신호 처리 (Signal Processing)

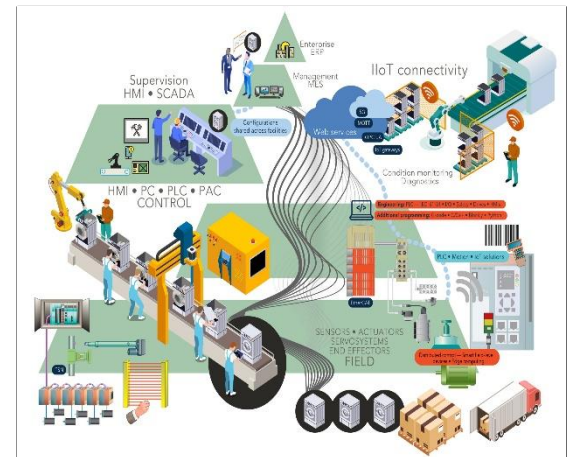
- 다양한 센서나 장치에서 측정된 연속적/비연속적 신호에서 패턴을 탐지 및 분석
- 심전도(ECG), 뇌파(EEG) 등 생체신호 분석, 레이더/소나 신호 인식, 스마트 팩토리
- 핵심 기술 : 주파수 분석(FFT), 웨이블릿 변환, 시계열 데이터 처리 특화 딥러닝 모델 등



생체신호 분석



레이더/소나 인식



스마트팩토리

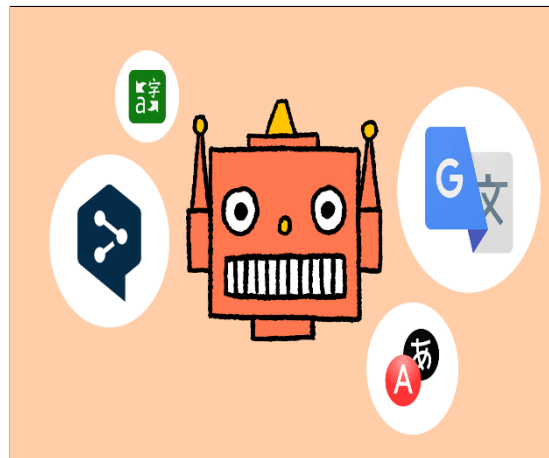
■ 패턴인식 응용 분야

자연어 처리 (Natural Language Processing)

- 텍스트 데이터를 이해하고, 의미를 추출하여 인간 언어를 기계가 처리할 수 있도록 하는 기술
- 텍스트 분류 (스팸 필터링, 뉴스 분류), 기계 번역, 챗봇, 감성 분석 등
- 핵심 기술 : RNN (Recurrent Neural Network), Transformer, BERT/GPT 등



스팸 필터링

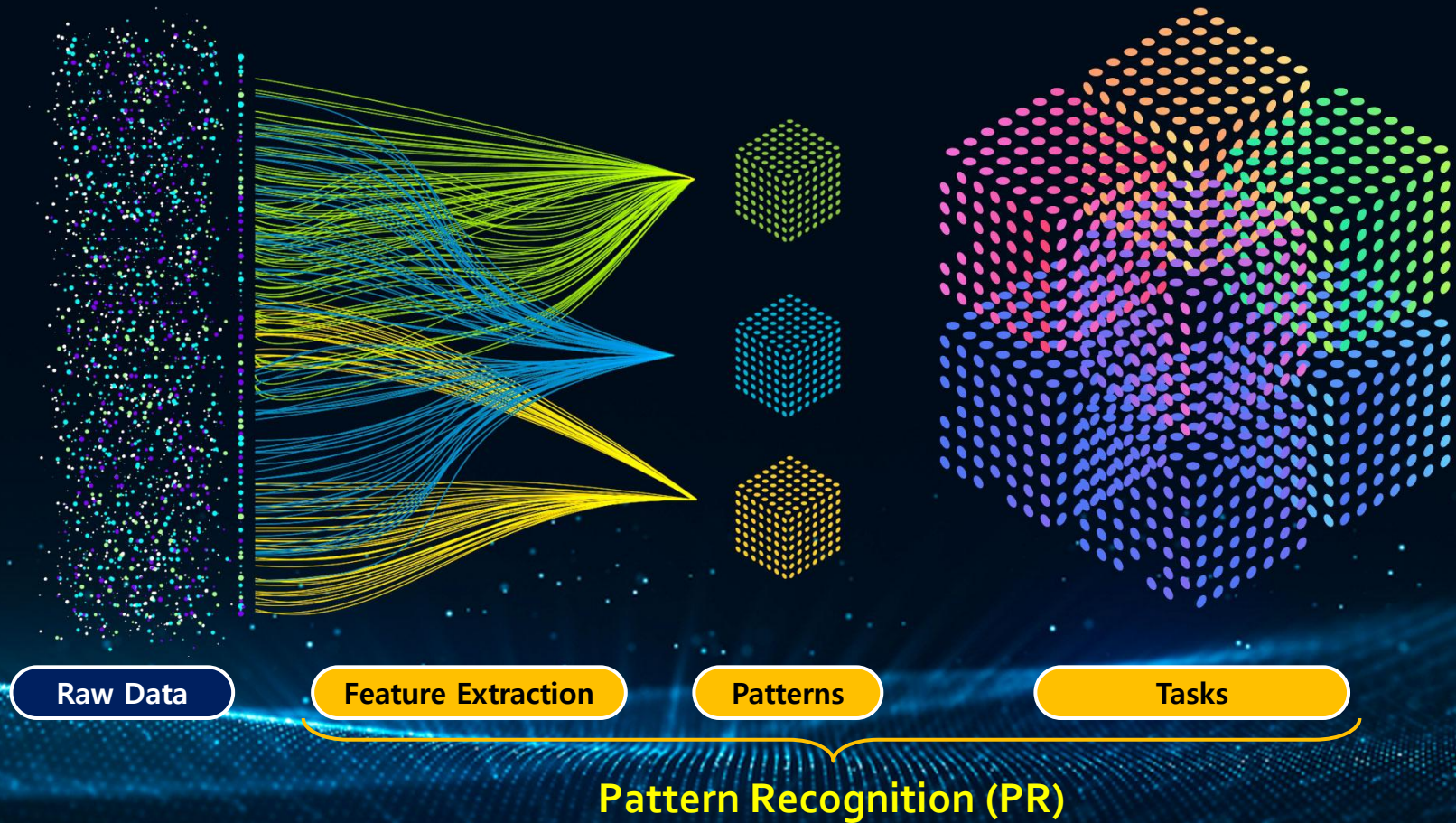


기계 번역



챗봇

■ 패턴과 특징

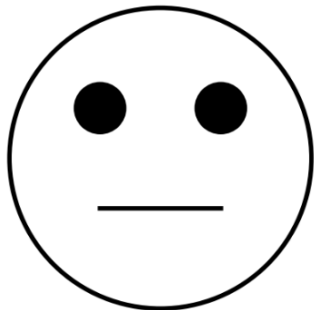


■ 패턴 (Patterns)

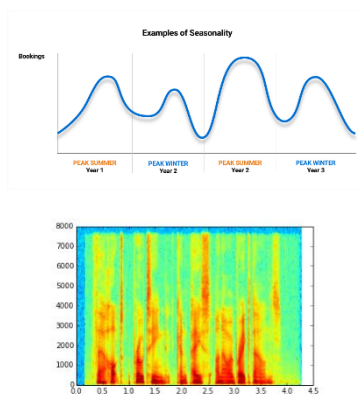
패턴 (Pattern)의 정의

- a. the **regular and repeated way** in which something happens or is done
→ 어떤 일이 일어나거나 행해지는 규칙적이고 반복적인 방식
- a. something that **happens in a regular and repeated way**
→ 규칙적이고 반복적으로 나타나는 어떤 것

기하학적 패턴



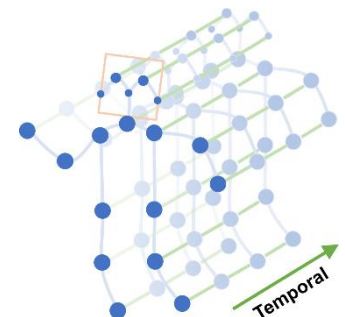
시간적/신호적 패턴



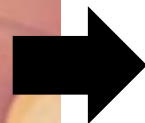
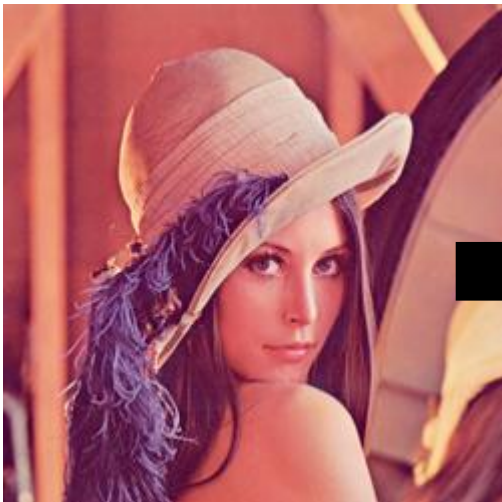
언어적/의미적 패턴

VERBS			
주어	동사	보어	He is <u>a</u> teacher.
[subject]	[verb]	[complement]	그는 선생님이 <u>다</u> .
주어	동사	목적어	I like <u>the</u> teacher.
[subject]	[verb]	[object]	나는 그 선생님을 좋아 <u>한다</u> .
주어	동사	보어	This cake <u>is</u> delicious!
[subject]	[verb]	[complement]	이 케이크는 맛있 <u>다</u> .
주어	동사	목적어	I <u>ate</u> the cake.
[subject]	[verb]	[object]	나는 그 케이크를 먹 <u>었다</u> .

행동 패턴



■ 얼굴을 인식하는 과정



달걀형의 원이 있음

눈이 상단에 위치함

눈이 2개 있음

눈 사이 아래 코가 있음

입이 있음

코 아래 입이 있음

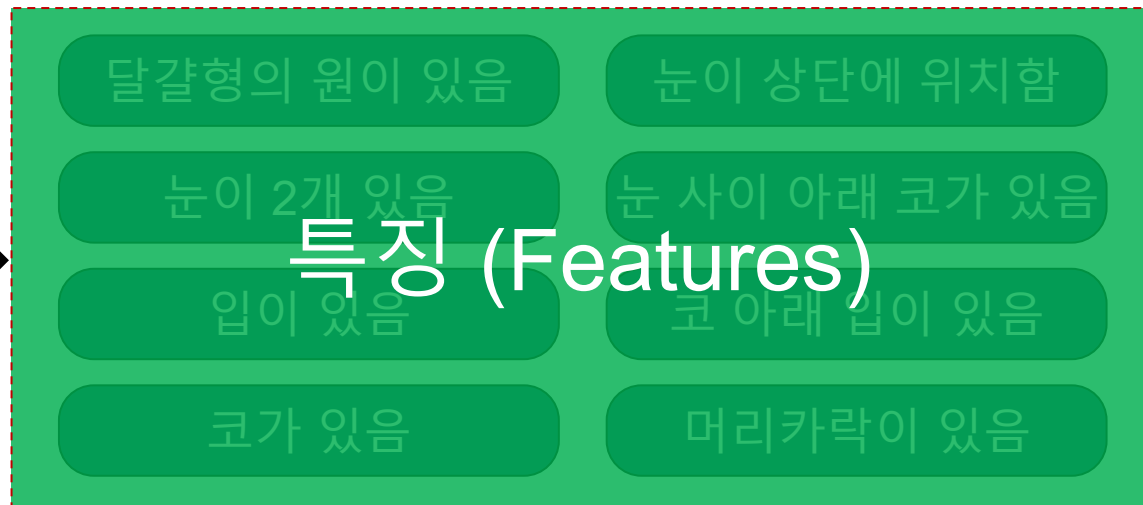
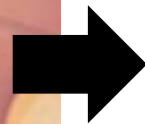
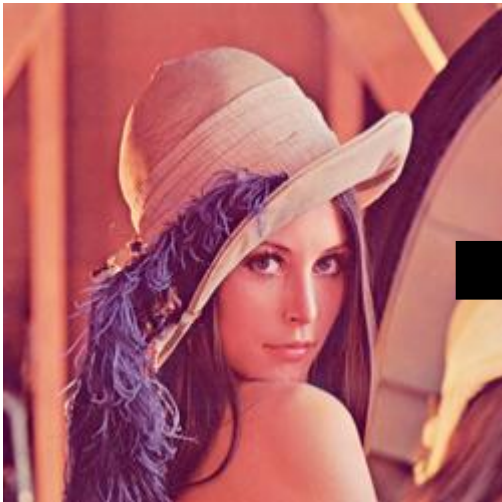
코가 있음

머리카락이 있음



사람 얼굴이구나!

■ 얼굴을 인식하는 과정



사람 얼굴이구나!

■ 특징 (Features)

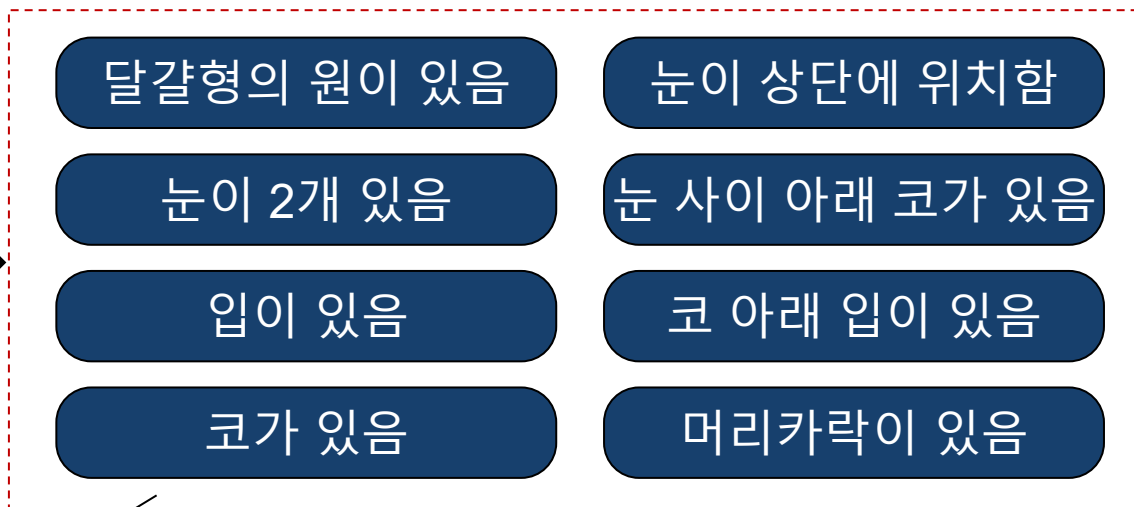
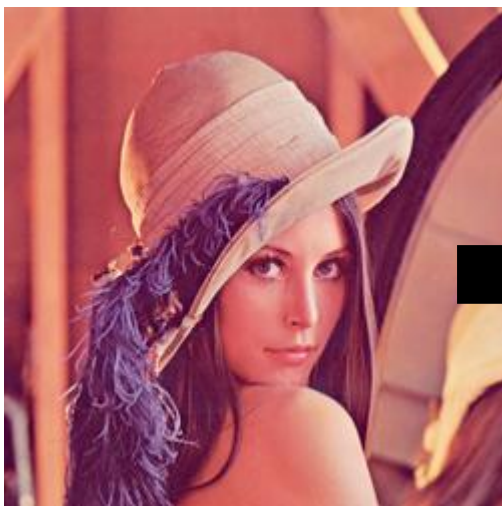
특징 (Feature)의 정의

- a. a distinctive attribute or aspect of something.
→ 어떤 것의 구별되는 속성이나 측면

- 패턴을 효과적으로 표현하기 위해 추출한 유의미한 속성 값
- 원시 데이터(raw data)에서 불필요한 정보를 제거하고 분류/인식을 위해 꼭 필요한 정보만 추출한 것
- 컴퓨터가 패턴을 인식할 수 있도록 변환된 정보



■ 패턴과 특징



- 컴퓨터가 인식할 수 있도록
수치적으로 표현 필요!
→ 8개의 열 벡터 : \mathbb{R}^8

얼굴패턴 인식 결과: 얼굴 ○

■ 좋은 특징은 무엇인가?

패턴 (Pattern)의 정의

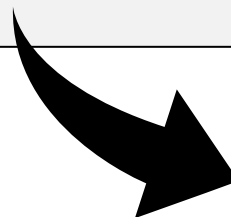
리마인드

- a. the regular and repeated way in which something happens or is done
→ 어떤 일이 일어나거나 행해지는 규칙적이고 반복적인 방식
- a. something that happens in a regular and repeated way
→ 규칙적이고 반복적으로 나타나는 어떤 것

특징 (Feature)의 정의

리마인드

- a. a **distinctive** attribute or aspect of something.
→ 어떤 것의 구별되는 속성이나 측면



실 세계에 존재하는 수많은 패턴들 중에서
우리가 인식하고자 하는 패턴이 유일하게 다른 것과
구별될 수 있도록 하는 속성이나 측면

■ 좋은 특징은 무엇인가?

Q. 개와 고양이를 구별하는데 좋은 특징은 무엇일까?



■ 좋은 특징은 무엇인가?

Q. 개와 고양이를 구별하는데 좋은 특징은 무엇일까?



귀 모양

성격

꼬리 유무

눈 모양

털 색깔

배경 정보



수염 길이

크기

발 모양

■ 좋은 특징은 무엇인가?

Q. 개와 고양이를 구별하는데 좋은 특징은 무엇일까?



귀 모양

성격

꼬리 유무

눈 모양

털 색깔

배경 정보



수염 길이

크기

발 모양

■ 좋은 특징은 무엇인가?

Q. 만약 해결하고자 하는 문제를 확장하면 어떻게 될까?
(ex, 모든 동물들 중 고양이를 찾는 인식 문제)



■ 좋은 특징은 무엇인가?

Q. 개와 고양이를 구별하는데 좋은 특징은 무엇일까?



귀 모양

성격

꼬리 유무

눈 모양

털 색깔

배경 정보

수염 길이

크기

발 모양

■ 좋은 특징은 무엇인가?

Q. 개와 고양이를 구별하는데 좋은 특징은 무엇일까?



귀 모양

성격

꼬리 유무

눈 모양

털 색깔

배경 정보

수염 길이

크기

발 모양

■ 좋은 특징은 무엇인가?

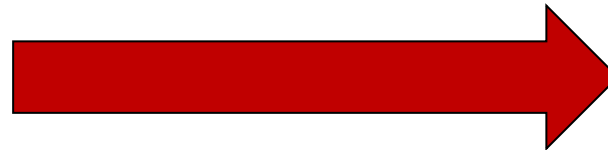
Q. 개와 고양이를 구별하는데 좋은 특징은 무엇일까?



Closed-Set Problem,
Constrained Problem



문제에 제약이 없을수록
패턴인식 문제는 어려워짐



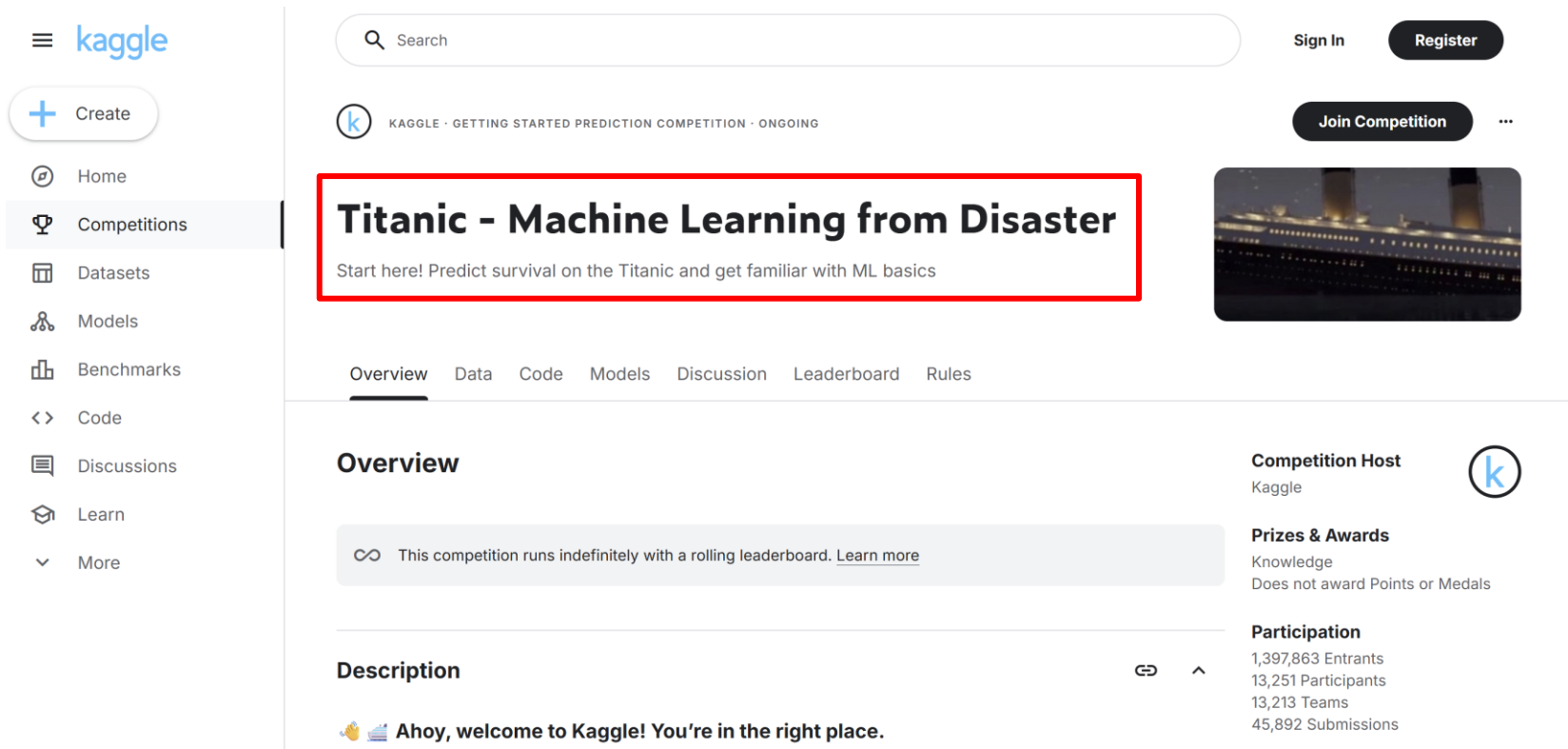
특징의 일반화(Generalization)가
어려워지기 때문!



Open-set Problem,
Unconstrained Problem

ALL
Animals

➤ Titanic Survival Prediction (Kaggle)



The screenshot displays the Kaggle competition page for 'Titanic - Machine Learning from Disaster'. The title is prominently displayed in a red-bordered box. The page includes a search bar, navigation links, and competition details. The competition is ongoing and has a rolling leaderboard. The participation statistics show 1,397,863 entrants, 13,251 participants, 13,213 teams, and 45,892 submissions. The competition host is Kaggle, and it does not award points or medals.

Titanic - Machine Learning from Disaster
Start here! Predict survival on the Titanic and get familiar with ML basics

Overview Data Code Models Discussion Leaderboard Rules

Overview

∞ This competition runs indefinitely with a rolling leaderboard. [Learn more](#)

Description

👋 Ahoy, welcome to Kaggle! You're in the right place.

Competition Host
Kaggle

Prizes & Awards
Knowledge
Does not award Points or Medals

Participation
1,397,863 Entrants
13,251 Participants
13,213 Teams
45,892 Submissions

<https://www.kaggle.com/competitions/titanic-survival-prediction/overview>

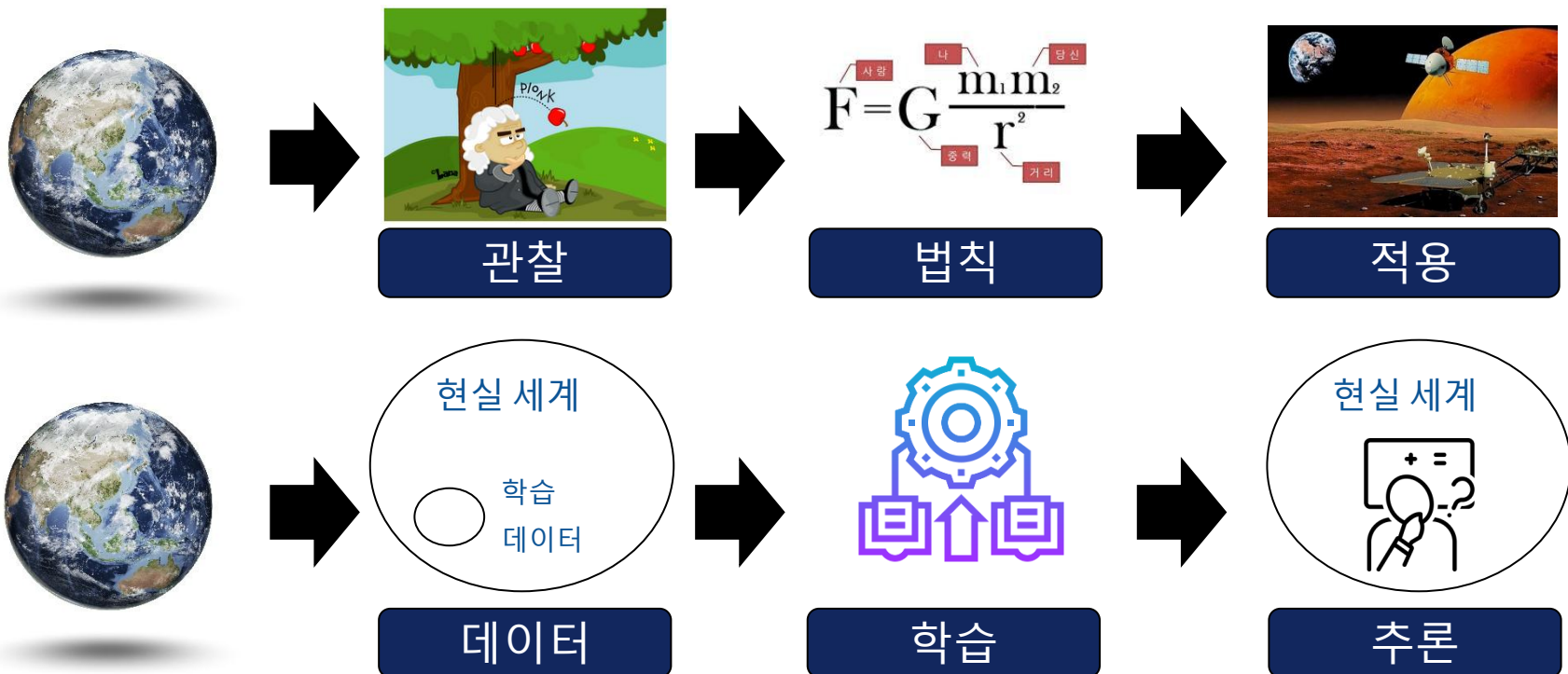
Q. 특징(Feature)이 많을 수록 성능이 좋은가?

Q. 모든 특징들이 특정 작업에 유의미한가? (필요한가?)

■ 일반화(Generalization)란?

일반화 (Generalization)의 정의

- a. a general statement or concept obtained by inference from specific cases.
→ 특정한 사례로부터 추론하여 얻은 일반적인 진술이나 개념.



■ 문제의 제약

- ❖ 해결하고자 하는 문제를 상세하게 만들수록 (제약을 부과할수록) 문제 해결이 쉬워짐!
→ 문제 해결을 위한 일반화된 특징 추출이 쉬워지므로...
- ❖ 문제의 제약 방법은 크게 데이터/환경을 제약하는 방법, 모델을 제약하는 방법, 작업을 제약하는 방법으로 구분해볼 수 있음

데이터/환경 제약
Data / Environment
Constraint

모델 제약
Model
Constraint

작업 제약
Task
Constraint

■ 문제의 제약 – 데이터/환경 제약 (Data / Environment Constraint)

입력 데이터가 복잡하지 않도록

데이터 수집 환경을 제약하거나 데이터 자체를 제약

예시 :

- 사람 얼굴 인식 → **증명사진**만 사용 (조명, 각도, 표정 제한)
- 음성 인식 → **조용한 스튜디오 녹음** 데이터만 사용
- 필기체 인식 → **특정 글씨체**만 수집

잡음, 배경, 조명 등의 환경 변화에 덜 민감하도록 만들어서 문제를 단순화

■ 문제의 제약 – 모델 제약 (Model Constraint)

인식기 모델이 복잡하지 않도록

모델의 구조를 단순화시키거나 가정(Assumption)을 반영

예시 :

- 데이터 분포를 정규분포(가우시안)라고 가정
- 이미지 내 객체 분류를 위해 Convolutional 모델 사용
- 시계열 처리를 위해 Recurrent 계열의 모델 사용
- 학습 파라미터를 줄여 단순 모델 학습

인식기인 모델에 특정 가정을 반영한 매커니즘을 도입하여 과적합 방지

■ 문제의 제약 – 작업 제약 (Task Constraint)

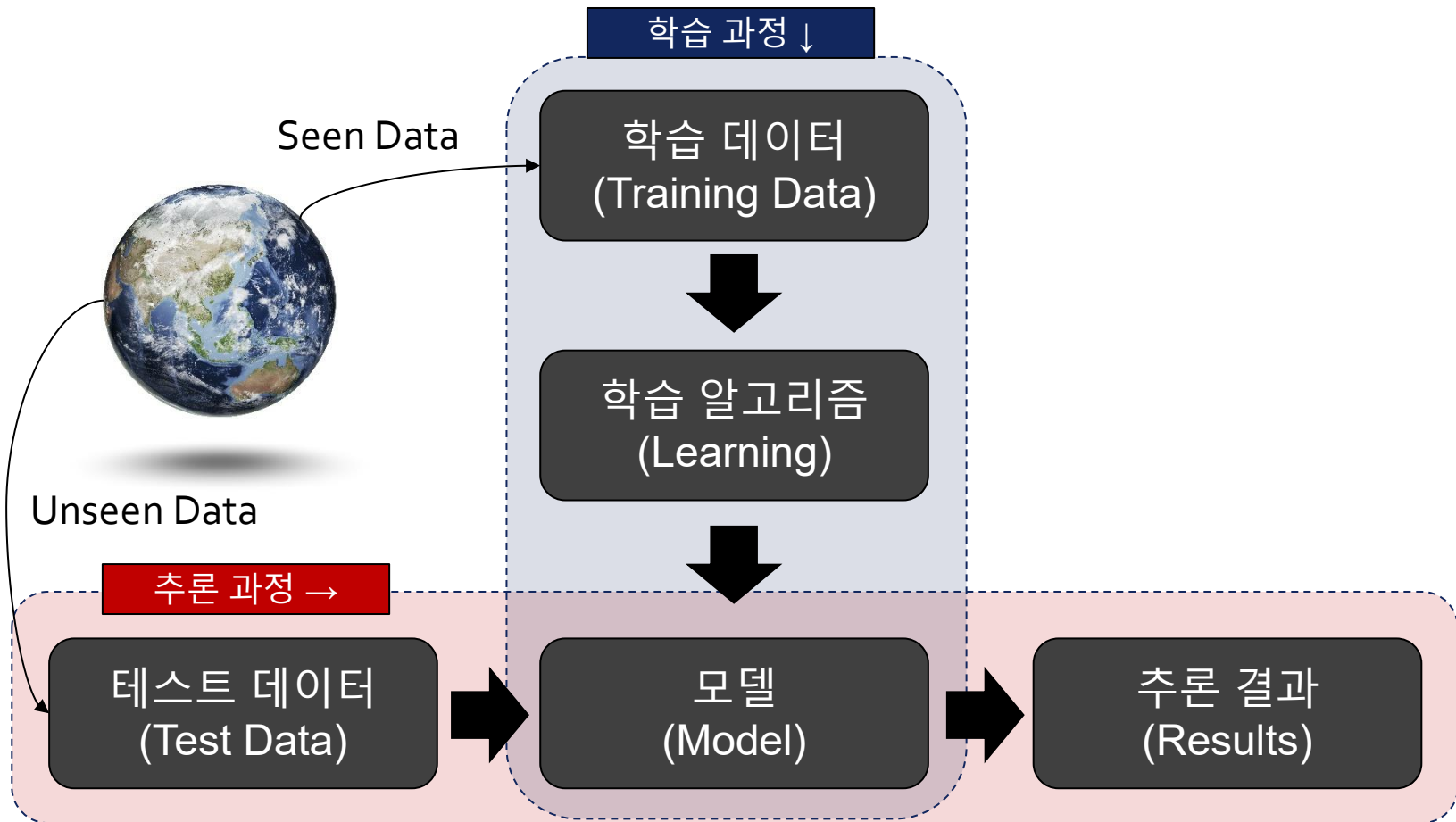
인식해야 할 문제 자체의 범위를 단순화

예시 :

- 개 vs 고양이 (Binary Classification) → 작업 단순
- 개 vs ALL (One-vs-Rest Classification) → 작업 확장 → 어려운 문제
- 손글씨 인식 → 0~9 숫자만 제약 (쉬움) vs 모든 문자 (어려움)
- 회귀 문제를 분류 문제로 변형
→ 카테코리로 분류하여 예측 (쉬움) vs 실수 예측 (어려움)

문제의 범위를 좁혀서 해결을 쉽게 만듦

■ 패턴인식 시스템 프레임워크



■ 다양한 학습 방법



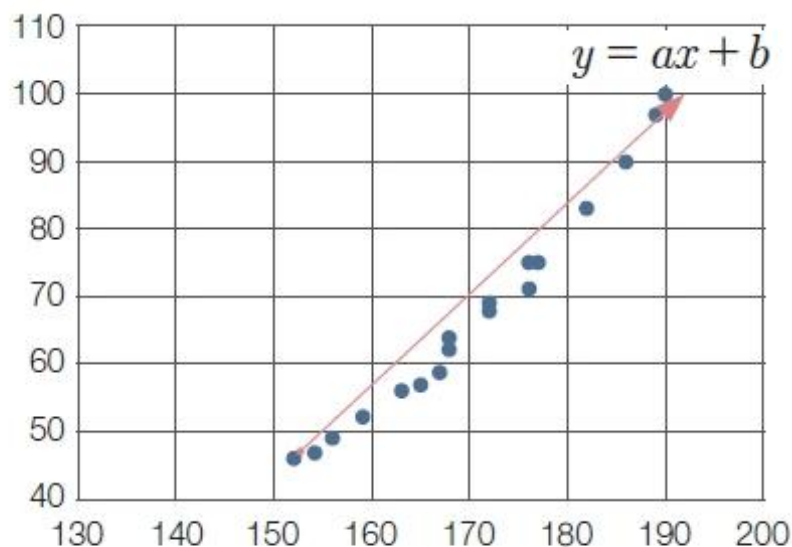
출처 : <https://busy.org/@urobotics/5bksow>

■ 머신러닝 예측 대상

- 회귀(Regression): 연속적인 값을 갖는 대상을 예측
예) 키(160~200), 몸무게(40~100) 등

키	몸무게	키	몸무게
152	46	172	69
154	47	172	68
156	49	176	71
159	58	176	75
163	56	177	75
165	57	182	83
167	59	186	90
168	64	189	97
168	62	190	100

(a) 키와 몸무게 데이터



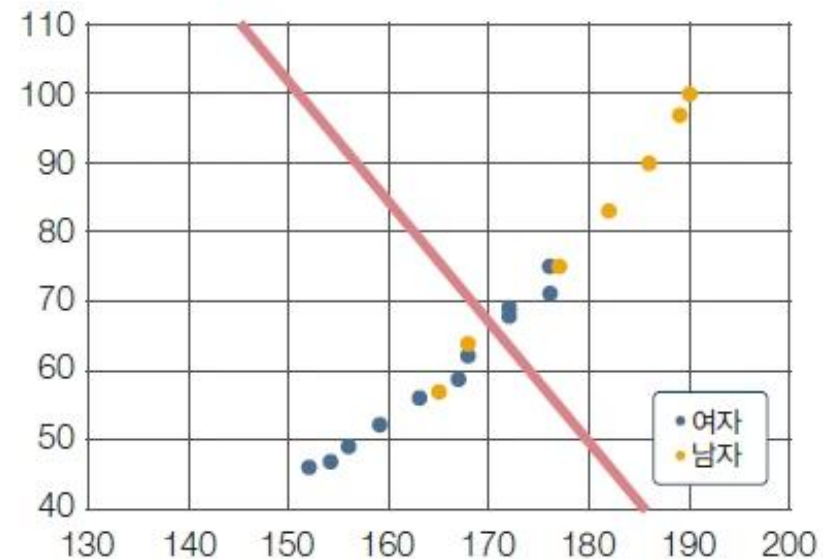
(b) 회귀 표현

■ 머신러닝 예측 대상

- **분류(Classification):** 카테고리 값을 갖는 대상을 예측
예) 남자/여자, 개/고양이/말 등

성별	키	몸무게	성별	키	몸무게
여자	152	46	남자	172	69
여자	154	47	여자	172	68
여자	156	49	여자	176	71
여자	159	58	여자	176	75
여자	163	56	남자	177	75
남자	165	57	남자	182	83
남자	167	59	남자	186	90
남자	168	64	남자	189	97
여자	168	62	남자	190	100

(a) 성별, 키, 몸무게 데이터



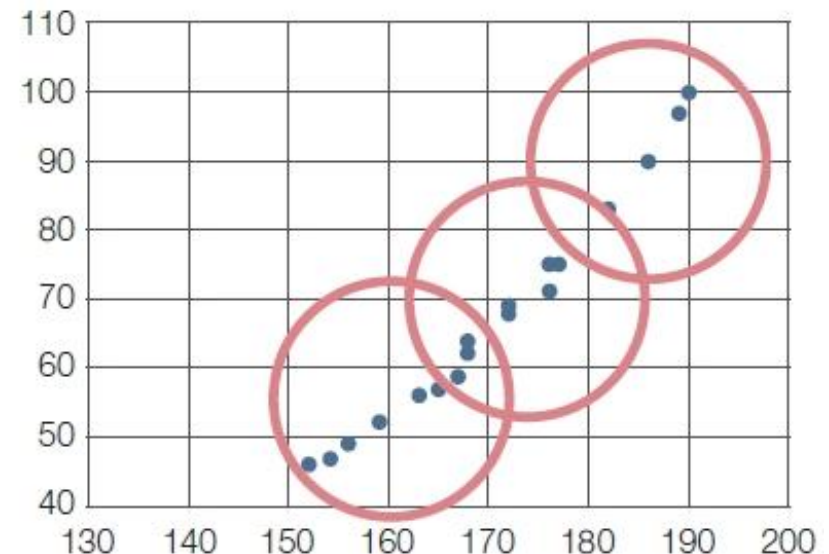
(b) 분류 표현

■ 머신러닝 예측 대상

- **군집화(Clustering):** 분류 기준을 주지 않고, 유사 특성을 갖는 데이터끼리 묶음

키	몸무게	키	몸무게
152	46	172	69
154	47	172	68
156	49	176	71
159	58	176	75
163	56	177	75
165	57	182	83
167	59	186	90
168	64	189	97
168	62	190	100

(a) 키와 몸무게 데이터



(b) 군집 표현

■ 패턴인식 기술 발전 (규칙기반 → 통계/확률 → 머신러닝 → 딥러닝 기반)

규칙기반 접근

- 특징 : 사람이 직접 규칙 정의
- 방법 : 템플릿 매칭 (Template Matching)

통계적/확률적 접근

- 특징 : 데이터 분포를 모델링하여 확률적으로 분류
- 방법 : 베이지분류기, k-NN 등

1960

1980

2000

2010

머신러닝 기반 접근

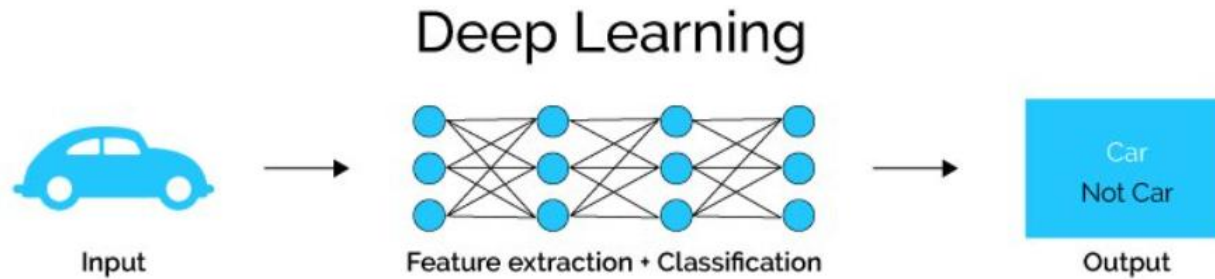
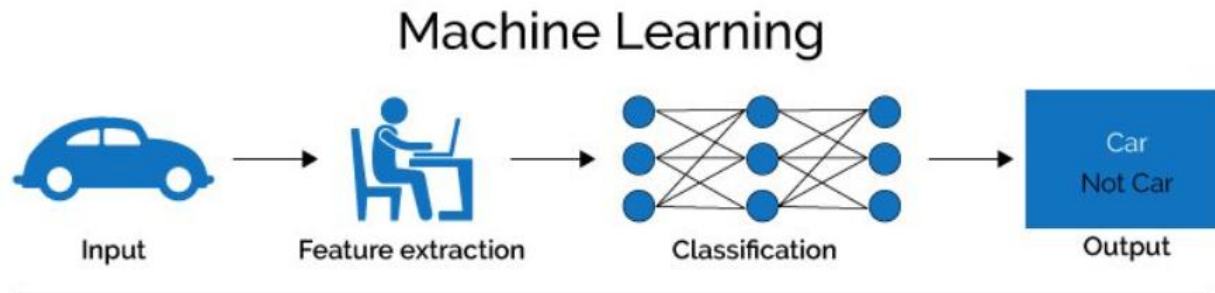
- 특징 : 데이터 기반
- 방법 : SVM, HMM, Decision Tree 등

딥러닝/표현학습 기반 접근

- 특징 : 데이터 기반
- 방법 : CNN, RNN, Transformer

■ 패턴인식 기술 발전 (규칙기반 → 통계/확률 → 머신러닝 → 딥러닝 기반)

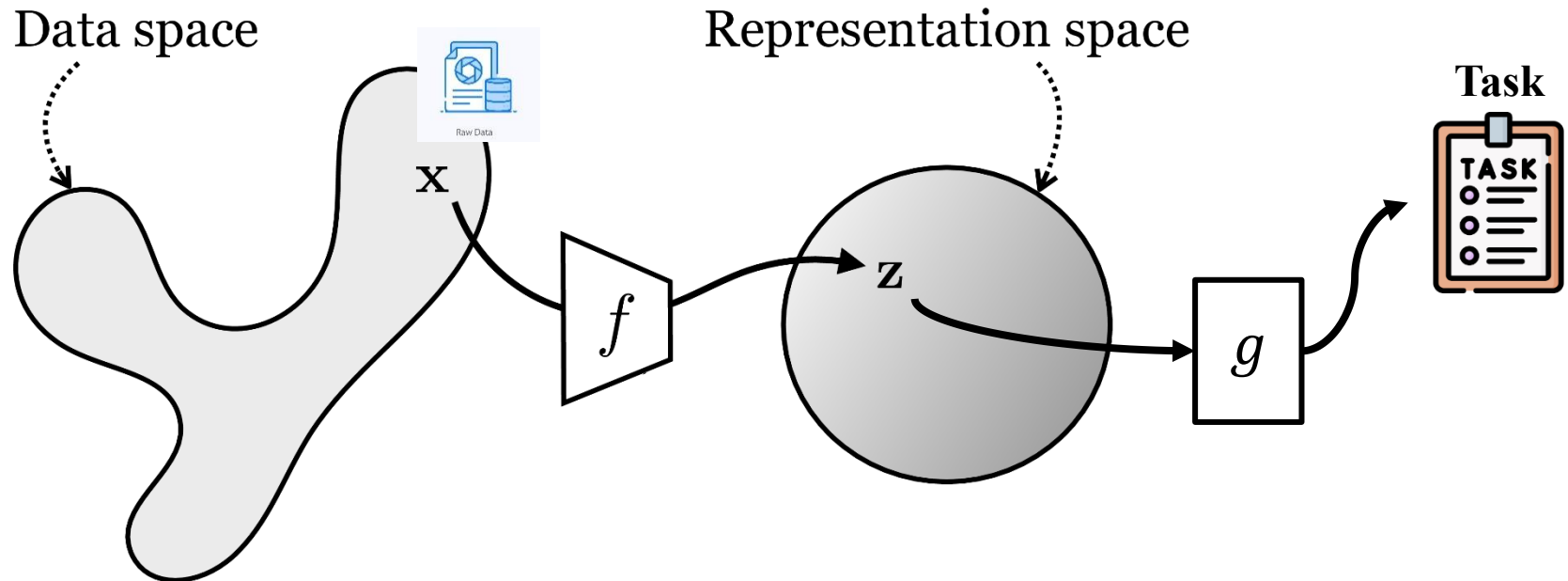
- 기존 머신러닝 접근방법 (얕은 신경망)
 - 데이터로부터 전문가가 수작업으로 특징을 추출 (handcrafted features)
 - Human-error 가 존재할 수 있음
- 딥러닝 접근방법 (깊은 신경망)
 - 특징 추출과 작업(ex, 회귀, 분류 등)을 동시에 학습하여 최적화 (End-to-end learning)



[그림 출처: www.analyticsvidhya.com]

■ 표현 학습 (Representation Learning)

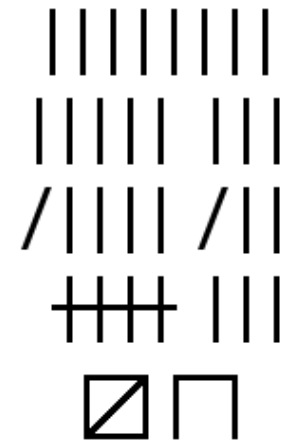
표현 학습은 딥 러닝에서 중요한 개념 중 하나로, 데이터에서 유용한 특징이나 패턴을 자동으로 발견하고 이를 이용해 원본 데이터를 더 유용한 형태로 변환하는 과정



■ 표현 학습 (Representation Learning)

- 수(=number)를 표현(Representation)하는 방법
 - 2진수, 8진수, 10진수, 16진수, ...
 - 로마숫자표기, 아라비아숫자표기, 단항기수법, ...

0123456789



■ 표현 학습 (Representation Learning)

➤ 다음 문제를 풀어보세요.

$$CCCXXXIII \div III$$



■ 표현 학습 (Representation Learning)

➤ 아라비아숫자로 변환

→ 아라비아숫자표기는 Place Value System을 이용할 수 있으므로 계산 쉬움

Place Value

Millions	Hundred Thousands	Ten Thousands	Thousands	Hundred	Tens	Ones
7	1	5	9	3	6	2

[이미지 출처: <https://www.splashlearn.com/blog/how-to-teach-place-value/>]

■ 표현 학습 (Representation Learning)

Raw data (Roman numerals)

CCCXXXIII ÷ III



Representation (Arabic numerals)

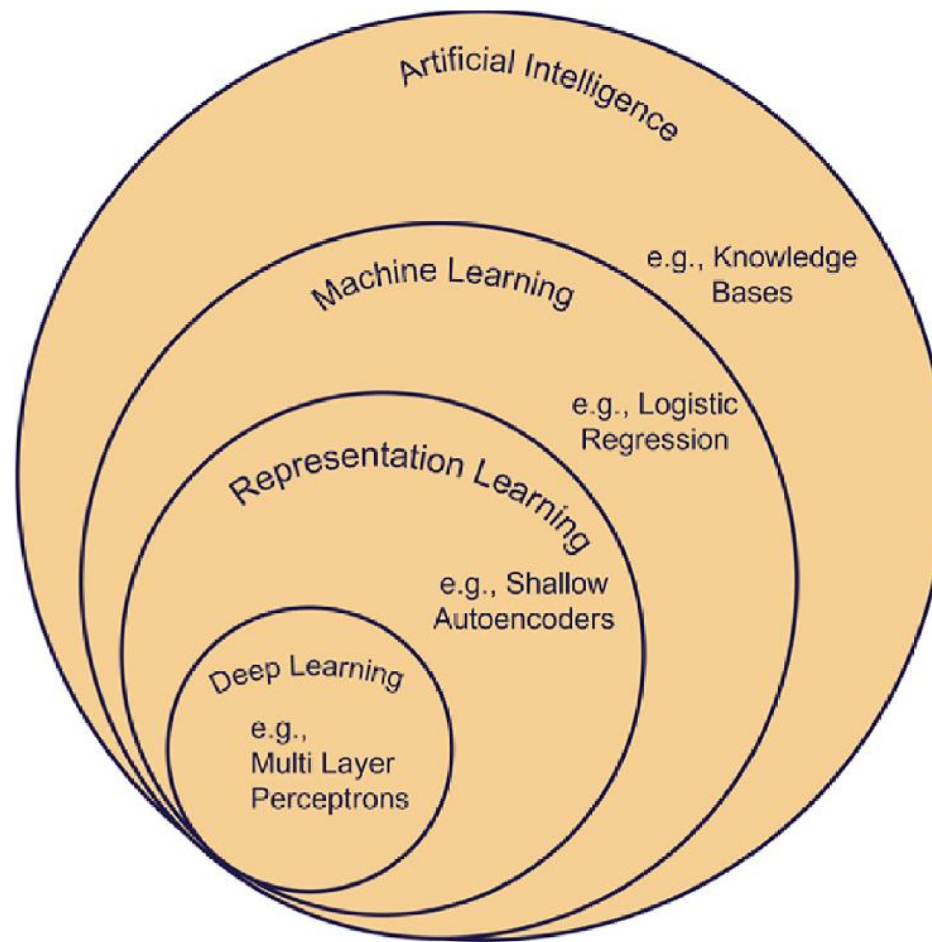
333 ÷ 3



Task (÷)

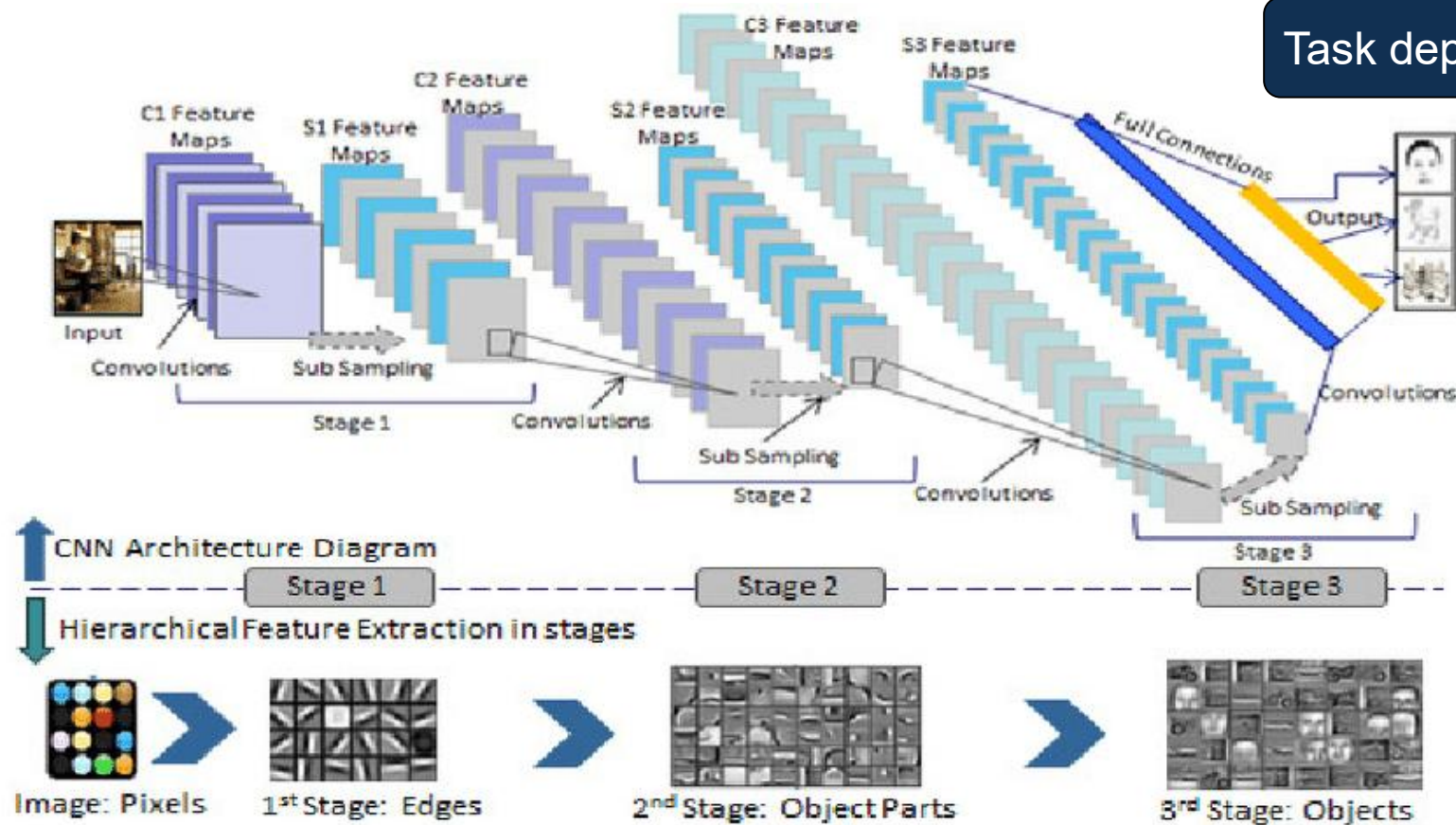
333 ÷ 3 = 111

■ 표현 학습 (Representation Learning)



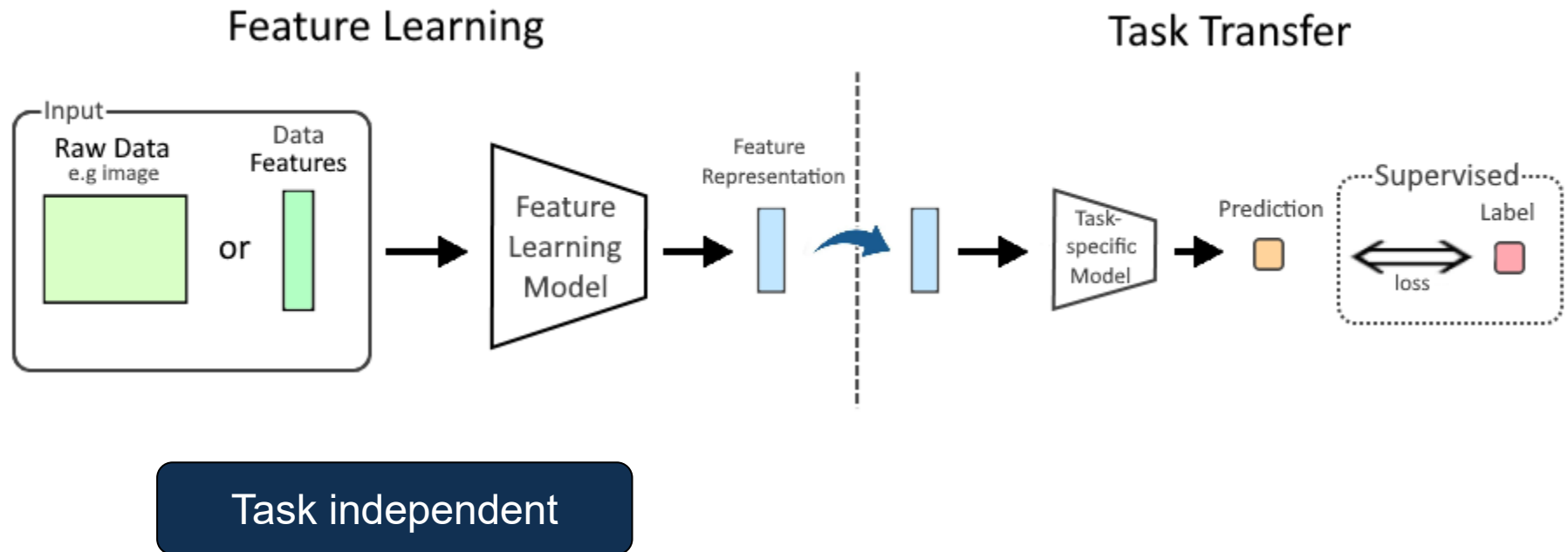
■ 표현 학습 (Representation Learning)

➤ Supervised Learning 관점에서의 표현 학습



■ 표현 학습 (Representation Learning)

- Unsupervised Learning 관점에서의 표현 학습



■ 차후 수업 진행 안내

주차	수업내용	수업방식
1	Lecture Introduction	대면수업
2	Introduction to Pattern Recognition	대면수업
3	Basic of Neural Network	대면수업
4	Learning Strategies: Supervised Learning	대면수업
5	Learning Strategies: Unsupervised Learning	대면수업
6	Model Architecture: Convolutional Neural Networks	대면수업
7	Model Architecture: Sequence Models	대면수업
8	Midterm exam	대면수업
9	Pattern Recognition Application: Visual Anomaly Detection	대면수업
10	Pattern Recognition Application: Temporal Anomaly Detection	대면수업
11	Pattern Recognition Application: Predictive Maintenance with Time Series	대면수업
12	Advanced Pattern Recognition	대면수업
13	Final Project: Proposal	대면수업
14	Final Project: Discussion	대면수업
15	Final Project: Presentation	대면수업

감사합니다

Q&A

