

딥러닝을 이용한 컴퓨터 비전

DEEP LEARNING AND COMPUTER VISION

01

APPLICATION

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI)
REFERS TO THE SIMULATION OF
HUMAN INTELLIGENCE IN MACHINES
AND THE PROCESSING OF DATA
AND INFORMATION BY THESE
MACHINES.

The term may also refer to
any machine that performs
tasks associated with a human,
such as learning and
problem-solving.

Artificial intelligence (AI) refers
to the simulation of human
intelligence.

Notice

Artificial intelligence (AI) refers
to the simulation of human
intelligence.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI)
REFERS TO THE SIMULATION OF
HUMAN INTELLIGENCE IN MACHINES
AND THE PROCESSING OF DATA
AND INFORMATION BY THESE
MACHINES.

이 교육과정은 교육부 ‘성인학습자 역량 강화 교육콘텐츠 개발’ 사업의 일환으로써
교육부로부터 예산을 지원 받아 고려사이버대학교가 개발하여 운영하고 있습니다.
제공하는 강좌 및 학습에 따르는 모든 산출물의 저작권은 교육부, 한국교육학술정보원,
한국원격대학협의회와 고려사이버대학교가 공동 소유하고 있습니다.

생각해보기

수동으로 퍼셉트론 학습하기

- $x_1 = 1$, $x_2 = -1$ 을 입력하면 $y = 1$ 을 출력하고,
 $x_1 = -1$, $x_2 = 1$ 을 입력하면 $y = -1$ 을 출력하는
함수를 만들려고 합니다.
- $y = w_1x_1 + w_2x_2$ 로 정의합니다.
- 입출력을 만족시키는 w_1 과 w_2 를 찾아봅시다. (정답은 복수)

학습목표

Artificial Intelligence (AI) refers to the simulation of human

GOALS

Artificial Intelligence (AI) refers to the simulation of human intelligence in machines that are programmed to think and learn like humans.

The technology used to create artificial intelligence is called AI, and it is a branch of computer science that deals with the design and development of intelligent machines.

- 1 Perceptron의 학습 및 추론과정을 계산할 수 있다.
- 2 Neocognitron의 특징 추출 레이어를 simple cell과 complex cell로 나눌 수 있다.
- 3 전체 강의의 학습 흐름을 파악할 수 있다.



- 1 컴퓨터비전의 역사
- 2 학습할 내용 사전 소개
- 3 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

학습내용



1차시

컴퓨터비전의 역사

딥러닝 이전 시대를 중심으로



01 컴퓨터 비전의 역사

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

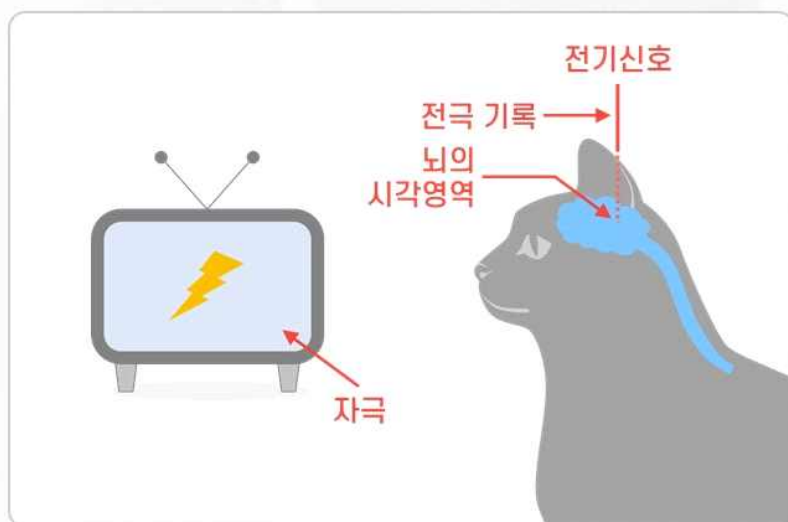
The Cat Experiment (1959)

1 마취된 고양이로 실험

- 시각을 담당하는 뇌의 위치(시각 피질)에 전극 삽입

2 특정 시각 패턴을 보여줌

- 뇌의 활성화 영역 관찰
- 특정 패턴에 특정 영역이 활성화되는 것을 확인

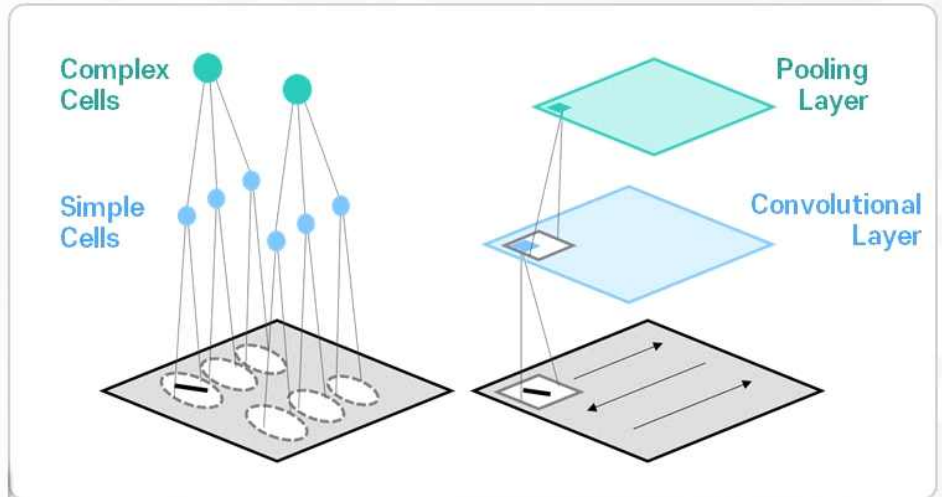


01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

The Cat Experiment (1959)

3 두 종류의 활성화 영역

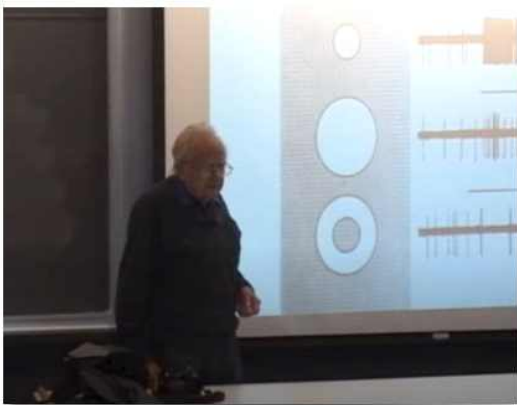
- Simple cells
- Complex cells



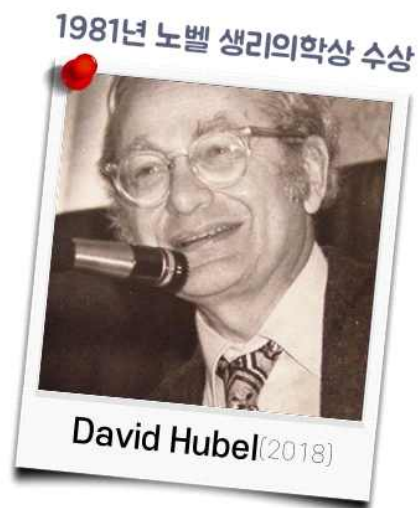
이미지 출처 : Grace W. Lindsay Convolutional Neural Networks as a Model of the Visual System: Past, Present, and Future(2020) arXiv:2001.07092

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

The Cat Experiment (1959)



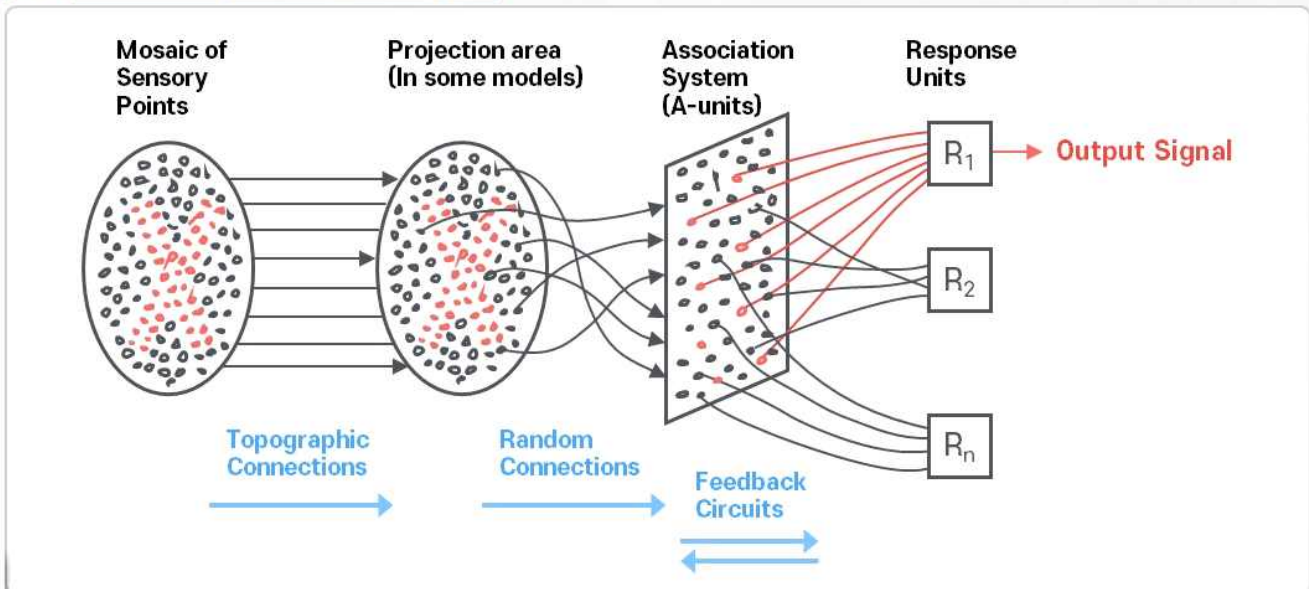
- Wellesley 대학에서 고양이의 시각실험을 세미나 중인 Hubel



이미지 출처 : Wellesley대학 유튜브 채널(www.youtube.com/watch?v=Gv6EdI-pidA), en.wikipedia.org/wiki/David_H_Hubel

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

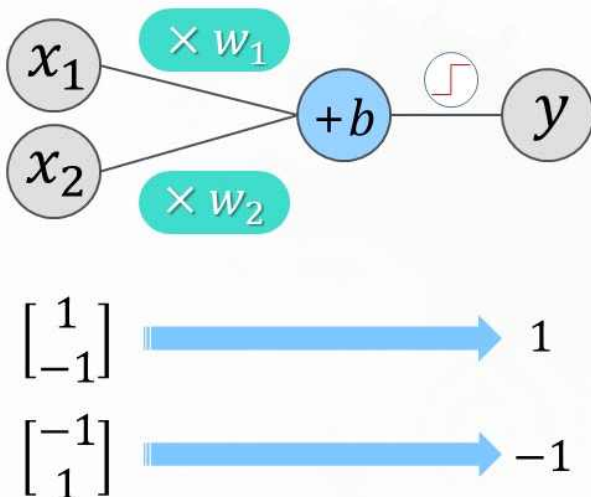
Perceptron (1959)



이미지 출처 :Rudolf Seising [2018] The Emergence of Fuzzy Sets in the Decade of the Perceptron—Lotfi A. Zadeh's and Frank Rosenblatt's Research Work on Pattern Classification (<https://www.mdpi.com/2227-7390/6/7/110>)

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Perceptron 학습하기



$$\hat{y} = \text{sign}(w_1x_1 + w_2x_2 + b)$$

$$w_1 \rightarrow w_1 + \eta(y - \hat{y})x_1$$

$$w_2 \rightarrow w_2 + \eta(y - \hat{y})x_2$$

$$b \rightarrow b + \eta(y - \hat{y})$$

$$(\eta = 0.1)$$

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Perceptron 학습하기

- 1 학습 데이터 - 데이터의 수 총2개
 - $x = \begin{bmatrix} 1, -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1, 1 \end{bmatrix}$ 입력 데이터
 - $y = \begin{bmatrix} 1, -1 \end{bmatrix}$ 출력 데이터 (Ground truth 참값)
- 2 추론 값 - 입력데이터가 주어질 때 신경망이 예측하는 값 (혹은 실행 값)
 - $\hat{y} = \text{sign}(w_1x_1 + w_2x_2 + b)$ 추론 값(inferred) 혹은 예측 값(predicted)
- 3 parameters
 - w: **weights**, b: **bios**
- 4 활성화 함수(Activation function)
 - **sign()**

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Perceptron 학습하기

- 5 Learning rate
 - η 보통 작은 값 (예: 0.1, 0.01, 0.0001 등)
- 6 batch size
 - parameter를 업데이트하는 테스트 데이터 개수 (여기서는 1)
- 7 epoch
 - 반복해서 학습하는 수 (parameter가 더이상 변하지 않을 때까지)

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Perceptron 학습하기

8 손실함수 ^{맞보기!}

- Ground truth와 prediction간의 차이를 측정하는 함수

$$L = (\hat{y} - y)^2 / 2 \quad (\text{신경망 학습 시간에 상세한 원리 설명 예정})$$

9 경사하강법(gradient descent)을 이용한 optimizer

- 손실함수를 미분하고 그 반대방향(마이너스)으로 학습

$$-\frac{dL}{dw_1} = -(\hat{y} - y)x_1 \quad (\text{신경망 학습 시간에 상세한 원리 설명 예정})$$

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Perceptron 학습결과

epoch = 0 , w = [-1 1] , b = 0.0 # 초기값
 epoch = 1 , w = [-0.6 0.6] , b = 0.0
 epoch = 2 , w = [-0.2 0.2] , b = 0.0
 epoch = 3 , w = [0.2 -0.2] , b = 0.0
 epoch = 4 , w = [0.2 -0.2] , b = 0.0

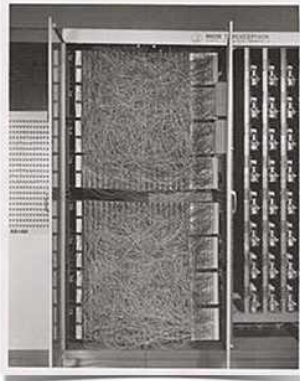
epoch = 0 , w = [0. 0.] , b = 0.0 # 초기값
 epoch = 1 , w = [0.1 -0.1] , b = 0.1
 epoch = 2 , w = [0.1 -0.1] , b = 0.1

01 컴퓨터 비전의 역사

Artificial intelligence (AI) refers to the simulation of human intelligence in the context of computers.

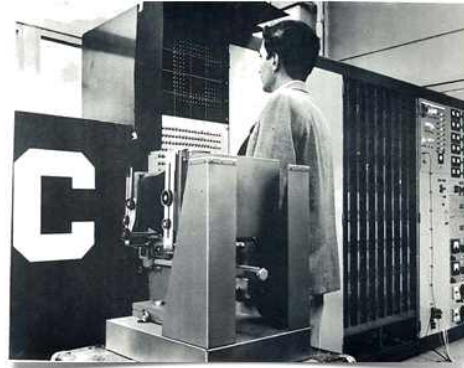
01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Perceptron (1959)



Mark I perceptron

20×20 화소 카메라 (400 픽셀)
Hard wired



Rosenblatt

“컴퓨터는 언젠가 걷고, 말하고, 보고
듣고, 재생산하며 자의식을 갖게 될 것”

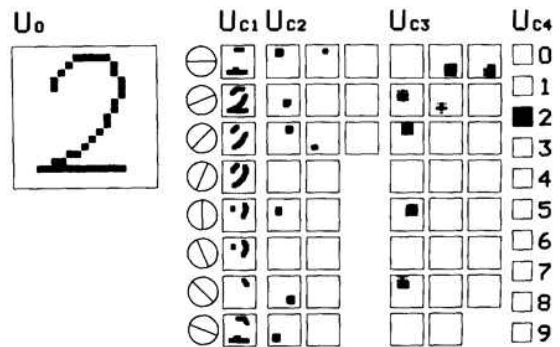
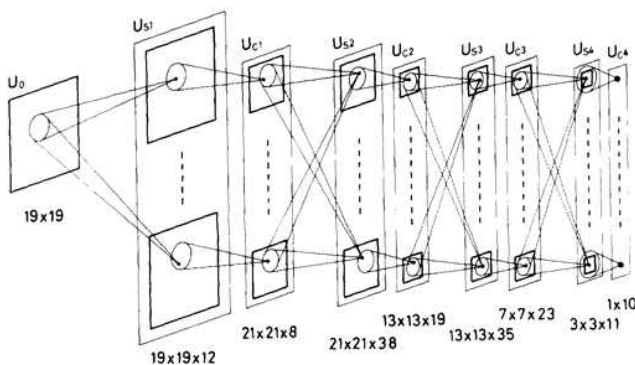
이미지 출처 : Terrence J. Sejnowski, The Unreasonable Effectiveness of Deep Learning in Artificial Intelligence [2020 arXiv:2002.04806]

01 컴퓨터 비전의 역사

Artificial intelligence (AI) refers to the simulation of human intelligence in the context of computers.

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Neocognitron (1979)



Hierarchical Network Structure of Neocognitron

이미지 출처 : Kunihiro Fukushima Neocognitron: A hierarchical neural network capable of visual pattern recognition[1988]

01 딥러닝 이전의 컴퓨터 비전

Backpropagation (1986)

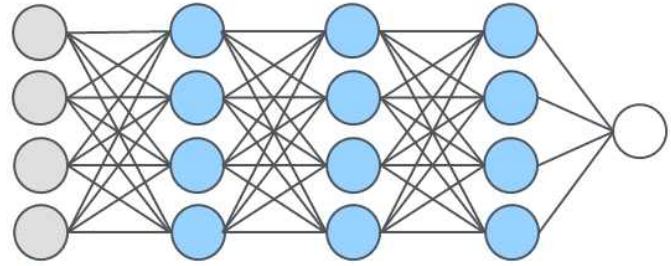
손실함수의 최소화 (경사하강법)

미분의 chain-rule 이용

Rumelhart, Hinton (1986)

2018년 Turing상 수상

Forward propagation 실행(추론) 시



Backpropagation 학습 시

2차시

학습할 내용 사전 소개

본 강의의 개요

02 학습할 내용 사전 소개

01 본 과목의 개요



손쉽게 개발환경 만들기

1 텐서의 개념

- 입력 및 출력 데이터의 정의
- matplotlib를 이용한 이미지 출력

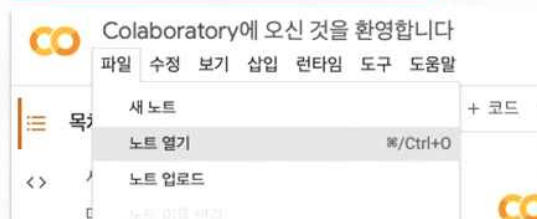
2 구글 코랩을 이용한 개발환경

- 웹 환경에서의 파이썬과 Keras의 개발

3 로컬 PC를 이용한 개발환경

- 윈도우/맥 환경에서의 파이썬과 Keras의 개발

쉽고 즐거운 딥러닝 코딩



01 본 과목의 개요

파이썬을 이용한 영상처리

1 영상데이터

- 2차원 영상데이터의 읽기 및 생성

2 정규화 및 필터

- 기하학적 변형 및 국부적 필터 (매트릭스 연산)



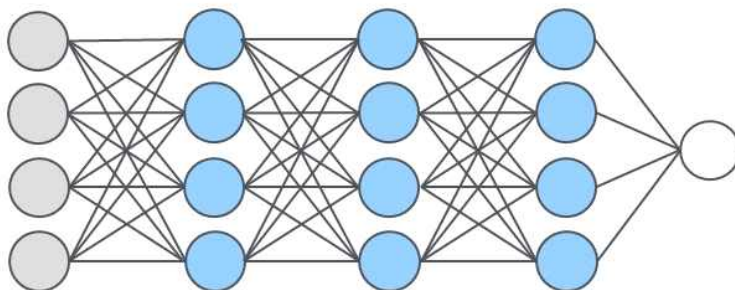
이미지 출처 : <https://ko.wikipedia.org/wiki/레나>

01 본 과목의 개요

분류기를 통한 영상의 인식

1 신경망의 이해

- 단일 노드부터 다층 신경망까지
- 손실함수와 학습 방법

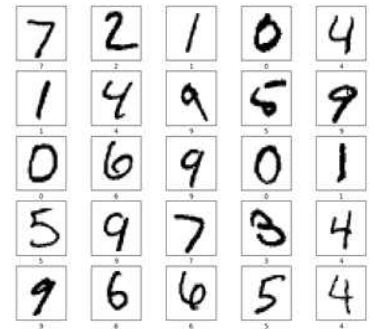
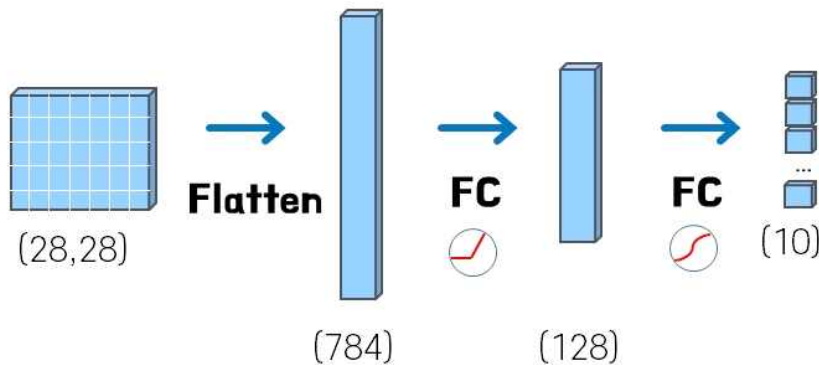


01 본 과목의 개요

분류기를 통한 영상의 인식

2 분류(classification)를 위한 신경망 만들기

- 단일 노드부터 다층 신경망까지
- 역전파(Backpropagation)



01 본 과목의 개요

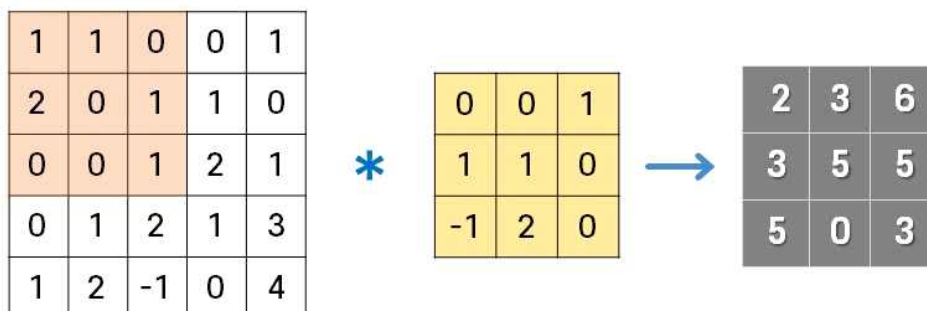
컨볼루션 신경망 맛보기

1 Softmax 레이어와 크로스 엔트로피

- 분류를 위한 확률적 기초

2 컨볼루션 신경망

- 이미지 인식을 위한 최적의 신경망

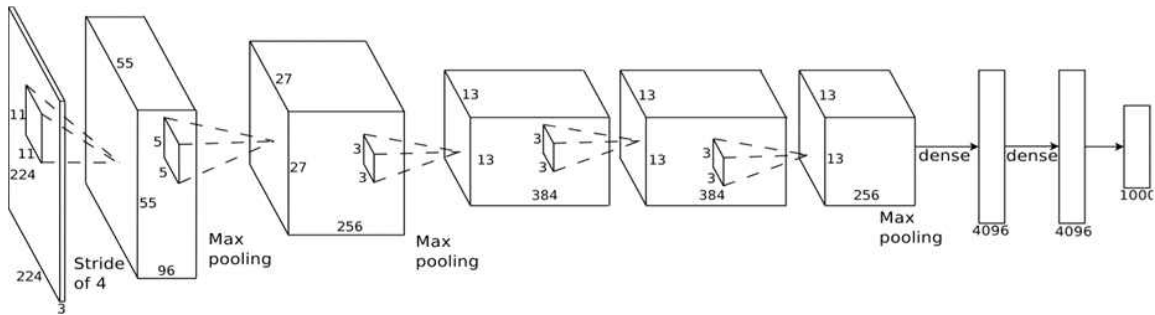


01 본 과목의 개요

고성능 컨볼루션 신경망

1 딥러닝의 시작부터 고성능 컨볼루션 신경망까지

- LeNet(1998), AlexNet(2012), VGG-16(2014)
- GoogLeNet(2014), ResNet(2017), EfficientNet(2019)



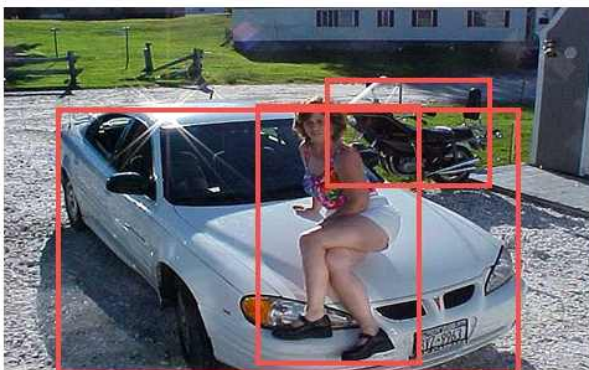
이미지 출처 : ImageNet, www.image-net.org/challenges/LSVRC/2012/supervision.pdf

01 본 과목의 개요

영상에서 물체를 찾아내는 객체 탐지

1 객체 탐지(Object detection)의 기본 원리

- Bounding box representation
- 분류에서 중복 객체를 탐지하기 위한 방법



이미지 출처: Pascal VOC 2012 데이터베이스

02 학습할 내용 사전 소개

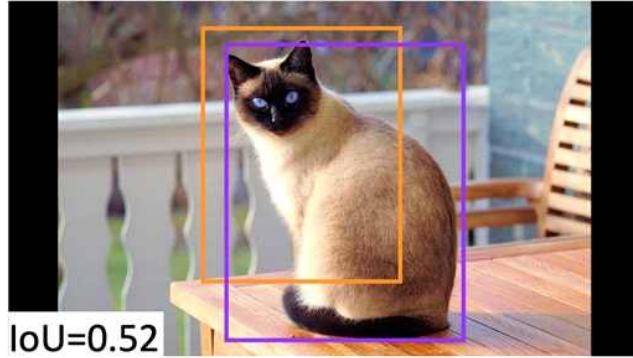
Artificial Intelligence (AI) starts
in the context of human

01 본 과목의 개요

영상에서 물체를 찾아내는 객체 탐지

2 Sliding window

- 컨볼루션 신경망을 이용한 객체 탐지



이미지 출처 : Xiongwei Wu et.al Recent Advances in Deep Learning for Object Detection 2019 arXiv:1908.03673

02 학습할 내용 사전 소개

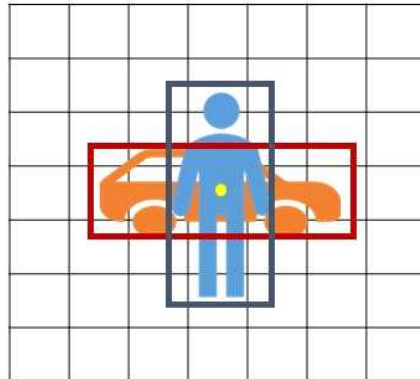
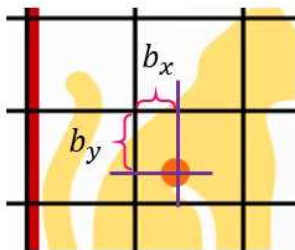
Artificial Intelligence (AI) starts
in the context of human

01 본 과목의 개요

YOLO를 이용하여 객체 탐지를 해보기

1 Grid와 anchor를 이용한 객체 탐지

- Single stage object detection 방법

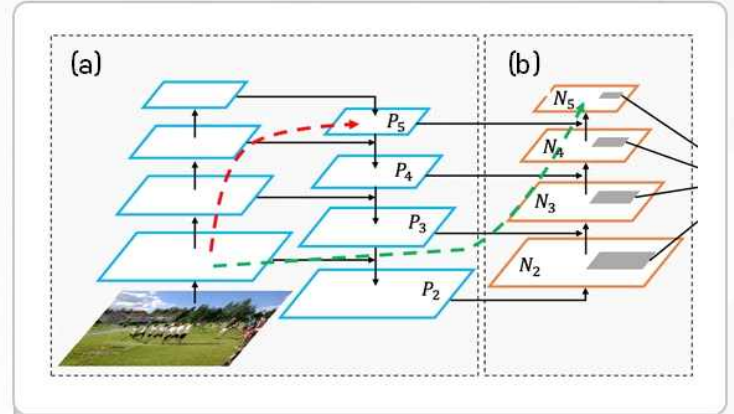


01 본 과목의 개요

YOLO를 이용하여 객체 탐지를 해보기

2 YOLO에 적용된 다양한 기술적 요소

- Batch normalization과 Mish 활성화함수
- Spatial pyramid pooling, Path aggregation network
- CloU Loss 등



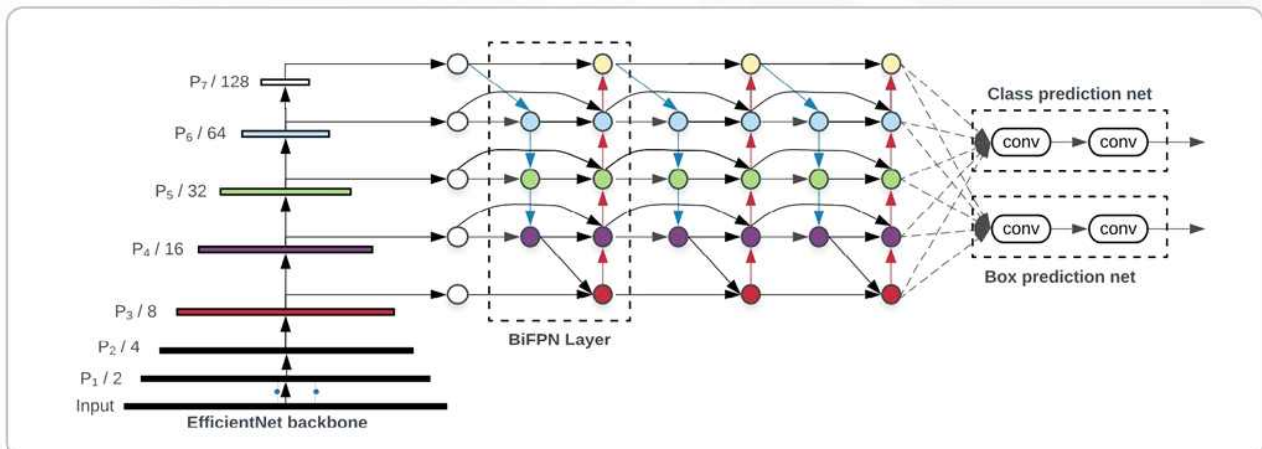
이미지 출처 : <https://arxiv.org/pdf/1803.01534.pdf>

01 본 과목의 개요

YOLO를 이용하여 객체 탐지를 해보기

3 EfficientDet의 소개

- AutoML을 이용한 객체 탐지 방법의 개선



이미지 출처 : Mingxing Tan et. al EfficientDet: Scalable and Efficient Object Detection (2019) arXiv:1911.09070

01 본 과목의 개요

인식에서 생성으로

1 컨볼루션의 내부 분석

- 컨볼루션 신경망이 학습하는 것
- Gram matrix

2 Neural Style Transfer를 이용한 새로운 그림 생성

- Style 손실함수



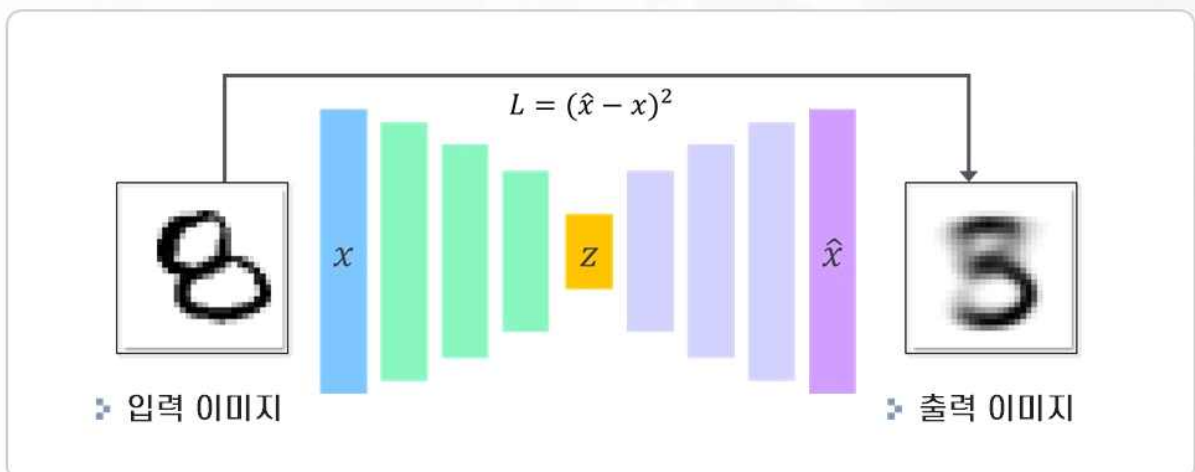
이미지 출처 : Yongcheng Jing et., al Neural Style Transfer: A Review [2018] arXiv:1705.04058

01 본 과목의 개요

생산적 적대 신경망

1 Autoencoder

- 컨볼루션 신경망을 이용한 영상의 압축과 생성

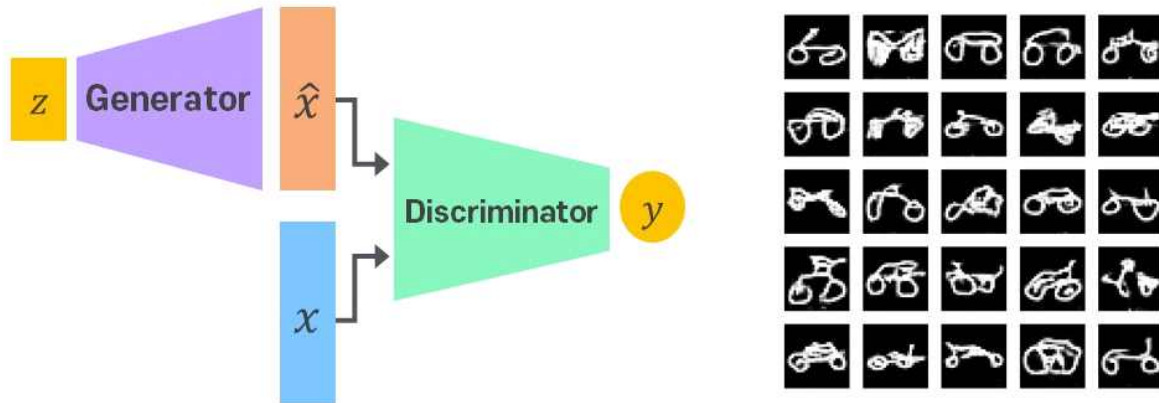


01 본 과목의 개요

▶ 생산적 적대 신경망

2 생산적 적대 신경망 (Generative Adversarial Network - GAN)

- 두 네트워크의 경합에 의한 생성 모델



01 본 과목의 개요

▶ Deepfake

1 Variational autoencoder

- 정규분포 확률 모델에 의한 잠재공간의 regularization
- KL-divergence 손실함수



이미지 출처 : CelebA 데이터셋

02 학습할 내용 사전 소개

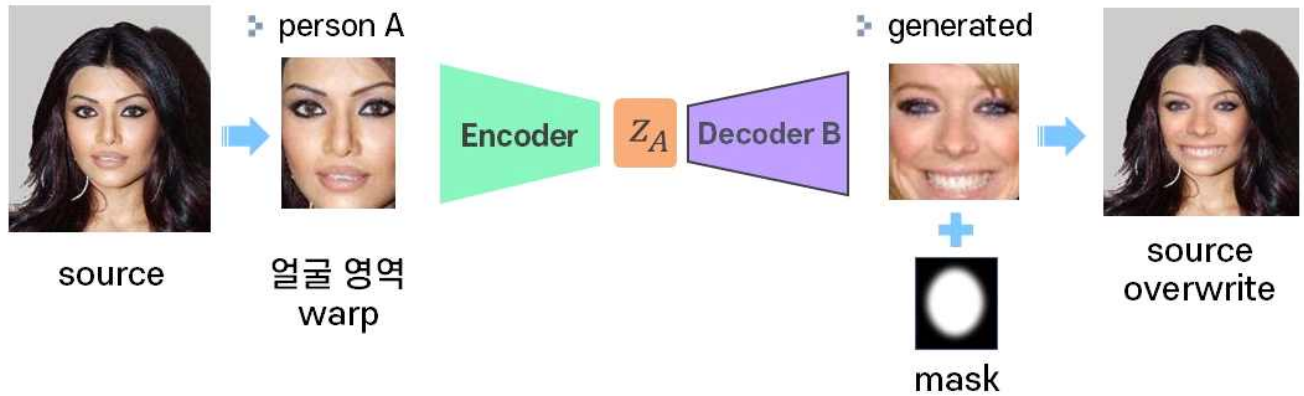
Artificial intelligence (AI) refers
to the simulation of human

01 본 과목의 개요

Deepfake

2 Face swapping

- Autoencoder를 이용한 face swapping model



이미지 출처 : CelebA 데이터셋

02 학습할 내용 사전 소개

Artificial intelligence (AI) refers
to the simulation of human

01 본 과목의 개요

Fun topics

1 Adversarial attack

- 컨볼루션 딥러닝 모델에 대한 공격

2 Style GAN

- NVidia의 생성 모델



이미지 출처: Szegedy, et.al [2014] Intriguing properties of neural networks

3차시

컴퓨터비전의 현황 및
강의의 목표

컴퓨터 비전의 학습 목표



03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

01 컴퓨터 비전의 현황

다양한 공개 데이터 셋의 활용

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

❖ MNIST



❖ Pascal VOC



❖ Quick! Draw!



❖ CelebA

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial Intelligence (AI) refers
to the simulation of human

01 컴퓨터 비전의 현황

ImageNet (2009~2017) - Fei-Fei Li

AI 연구를 변화시킨 공개 데이터

1 왜 데이터가 필요한가?

- 좋은 알고리즘이 좋은 결과를 도출?
- 현실과 동떨어진 개발에 대한 회의
- 데이터의 부족은 AI 성능 문제로 봉착

2 ImageNet 데이터베이스의 구축

- 2만 카테고리, 1400만 이미지
- 1000 카테고리, 120만 이미지로 경연 개최



이미지 출처: ImageNet
Ye, Tengqi. 2018. "Visual Object Detection from Lifelogs using Visual Non-lifelogs Data."

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial Intelligence (AI) refers
to the simulation of human

01 컴퓨터 비전의 현황

한국형 이미지넷 구축 사업 - AIHUB.OR.KR

1 이미지

- 사물, 글자체, 의료, 얼굴 등 다양한 공개 데이터셋 제공



이미지 출처 : aihub.or.kr 홈페이지

2 영상

- 인도 보행 영상, 딥페이크 감지용 영상 등

향후 지속적 데이터 구축 확대 예정

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial intelligence (AI) refers to the simulation of human intelligence in the computers.

01 컴퓨터 비전의 현황

컴퓨터 비전의 활용



자율주행



AR glass



의료영상

이미지 출처 : [https://www.gettyimagesbank.com/\[1263611579, 1053574558\], en.wikipedia.org/wiki/X-ray](https://www.gettyimagesbank.com/[1263611579, 1053574558], en.wikipedia.org/wiki/X-ray)

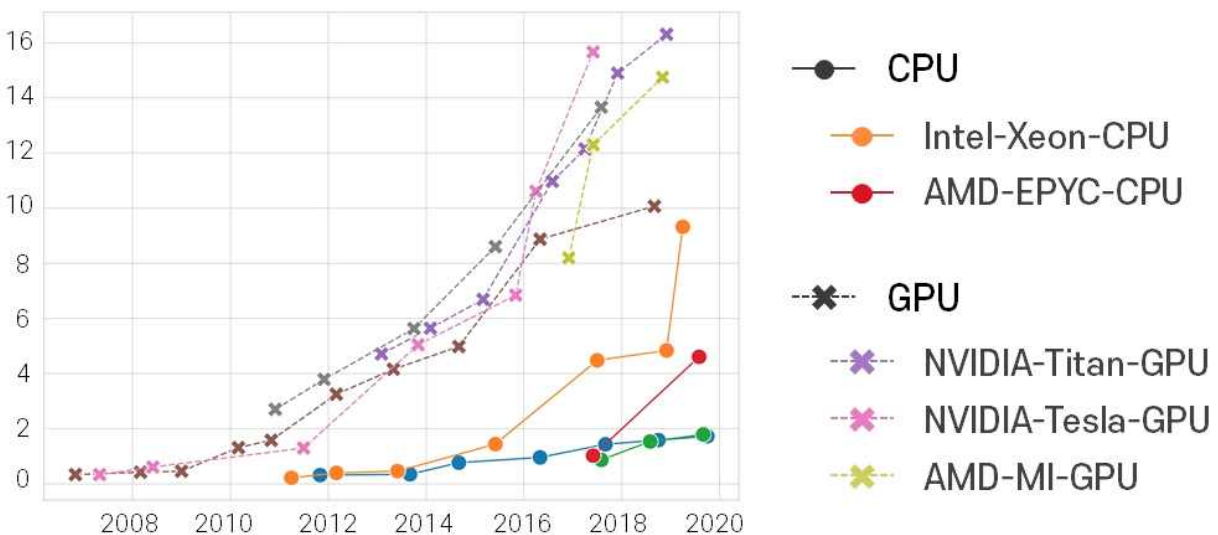
- ▶ 행동인식, 얼굴인식, 표정인식 등 지능형 카메라
- ▶ 인쇄체(서적), 필기체(우편봉투), 도로표지판, 간판 등의 문자 인식
- ▶ 드론영상, 농업영상, 공장 자동화 등

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial intelligence (AI) refers to the simulation of human intelligence in the computers.

01 컴퓨터 비전의 현황

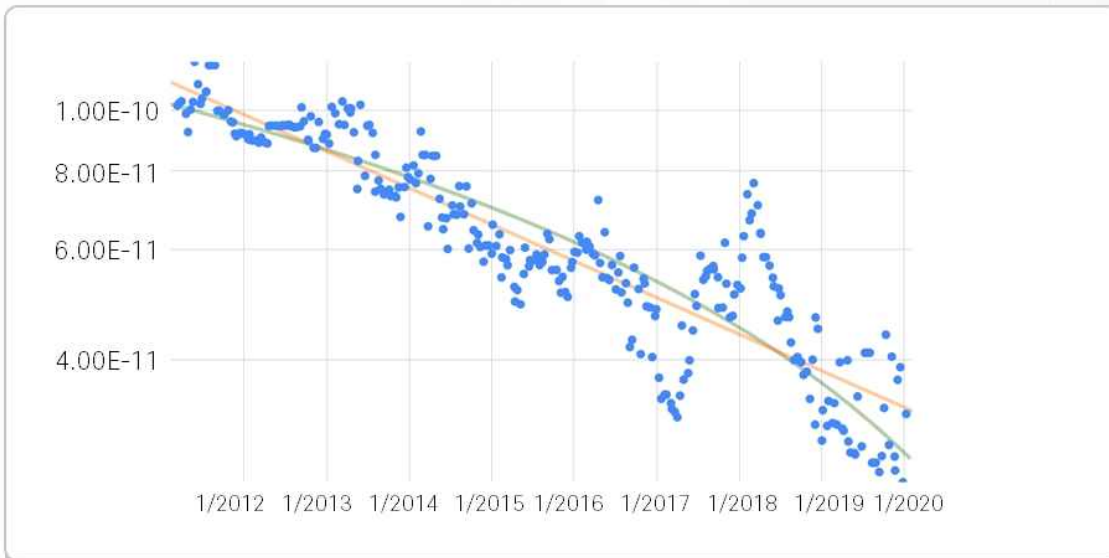
GPU와 CPU의 속도 증가



이미지 출처: Yifan Sun et. al Summarizing CPU and GPU Design Trends with Product Data[2019] arXiv:1911.11313

01 컴퓨터 비전의 현황

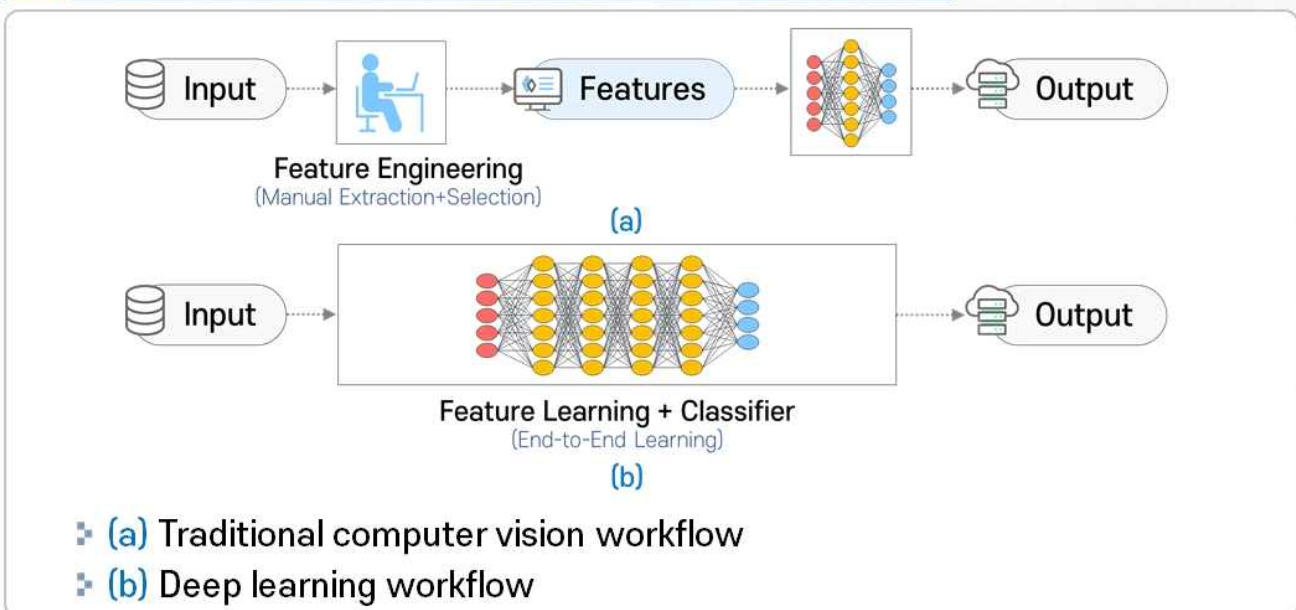
GPU속도의 FLOPS당 가격(달러)



이미지 출처: <https://aiimpacts.org/2019-recent-trends-in-gpu-price-per-flops/>

01 컴퓨터 비전의 현황

컴퓨터 비전에서의 고전적 방식과 딥러닝의 차이



이미지 출처: Niall O' Mahony et.al Deep Learning vs. Traditional Computer Vision [2019] arXiv:1910.13796

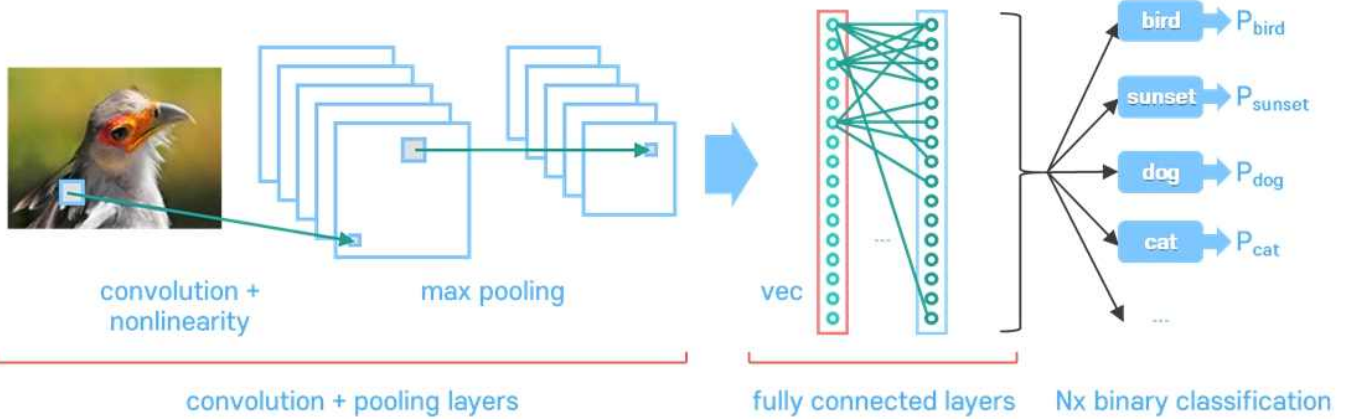
03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial Intelligence (AI) refers
to the simulation of human
intelligence by machines

01 컴퓨터 비전의 현황



컴퓨터 비전에서의 고전적 방식과 딥러닝의 차이



❖ 컨볼루션 신경망의 빌딩블록

이미지 출처 :Niall O' Mahony et.al Deep Learning vs. Traditional Computer Vision [2019] arXiv:1910.13796
<https://adeshpande3.github.io/A-Beginner's-Guide-To-Understanding-Convolutional-Neural-Networks/>

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial Intelligence (AI) refers
to the simulation of human
intelligence by machines

01 컴퓨터 비전의 현황



왜 컴퓨터 비전을 배워야 할까?

딥러닝 전문가 과정의 시작

컴퓨터 비전을 포함한
다양한 딥러닝 분야의
학습 및 연구의 기초가 됨

컴퓨터 비전을 이용한 응용 프로그램의 개발

- CCTV에 저장된 영상의 지능 처리
- 학교/사내/기관에 저장된 이미지의 재가공 및 정보 처리
- GAN 등을 이용한 새로운 이미지의 생성

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial Intelligence (AI) refers
to the simulation of human

01 컴퓨터 비전의 현황

▶ 왜 컴퓨터 비전을 배워야 할까?

딥러닝 프로젝트의 기획 혹은 관리

- 다양한 딥러닝 기술과 응용 과제를 결합하여 새로운 아이디어 도출
- 딥러닝 프로젝트 관리를 위한 기본 개념 습득

새로운 기술에 대한 탐구

성장하는 기술에 대한
이해를 통하여
사회적, 인문학적, 경제적
관점의 확대

03 컴퓨터 비전의 현황 및 강의의 목표

Artificial Intelligence (AI) refers
to the simulation of human

02 Prerequisite

▶ 파이썬 프로그래밍

- 1 **파이썬 기본 문법**
 - for-loop, if문 등
- 2 **Tuple, list 데이터 형식**
 - list 및 tuple 데이터
- 3 **함수와 클래스**
 - 함수 정의, 클래스 정의 및 클래스의 기본 상속
- 4 **파이썬 기초 강의 소개**
 - 유튜브 등에 '파이썬 강의' 검색

✓ <https://youtu.be/kWiCuklohdY>



02 Prerequisite

본 강의에 필요한 수학

1 주로 사용되는 수학 개념들

- 정규분포의 평균 및 표준편차
- 기초 미분
- 행렬 곱
- 1차 함수, 2차 함수, 지수 및 로그 함수의 기초

2 강의를 이해하는 데 어려운 수학이 사용될까?

- 되도록이면 수학적 개념을 알기 쉽게 풀어서 설명할 예정
- 최소한의 수학을 사용하면서,
동시에 개념적 설명이 생략되지 않도록 하는 것을 목표로 함

03 강의의 주요 목표 및 특징

개념의 시각화

딥러닝 데이터 형식의 시각화

- 입력 데이터
(일반 데이터 및 이미지 데이터)
- 출력 데이터
(분류 데이터 및 연속 값 데이터)
- 컨볼루션 레이어

주요 개념의 시각화

- 딥러닝 네트워크의 시각화
- 활성화함수 및
optimizer의 시각화
- 주요 모델 구성의 시각화

03 강의의 주요 목표 및 특징

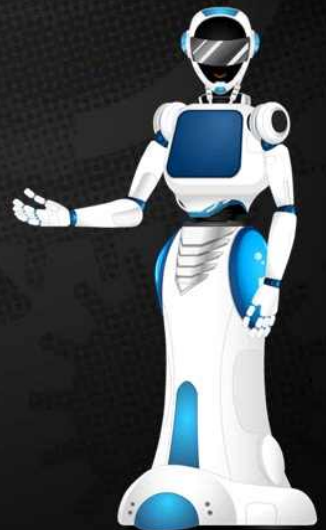
컴퓨터 비전의 기본 개념 이해 및 활용

- 1 Keras를 이용한 컨볼루션 신경망 모델의 구축 및 학습
 - 모델 생성
 - 활성화함수 및 출력(Softmax) 레이어, Maxpooling Layer
 - 모델의 저장
- 2 컨볼루션 신경망을 이용한 분류 및 객체 탐지
 - 딥 컨볼루션 레이어의 설계
 - 다양한 객체 탐지의 모듈 소개
- 3 생성 모델과 그 응용
 - Neural Style Transfer
 - Autoencoder와 Variational autoencoder
 - Generative Adversarial Network (GAN)

SUMMARY

학습정리

- ❖ 두뇌의 시각 실험으로부터 컴퓨터 비전의 기본 개념이 시작됩니다.
- ❖ Perceptron은 하나의 레이어이지만 단순한 패턴을 학습에 의해 인식할 수 있습니다.
- ❖ 본 강의는 이미지의 분류, 이미지 내의 객체 탐지, 새로운 이미지의 생성에 대한 학습을 목표로 합니다.



케라스랑 놀면 뭐 할까?

퍼셉트론 학습하기

w와 b의 초기값이 $[-1, 1]$, 0일 경우와 $[0, 0]$, 0일 경우에 퍼셉트론의 학습을 계산기로 진행해 봅시다.

몇 epoch만에
w와 b값이 수렴하는지 확인해 봅시다.

파이썬의 구동 환경을 갖추고 있다면,
이 학습과정을 파이썬으로 구현하고 확인해 봅니다.



참고 문헌

REFERENCE

This document is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

강의에 필요한 URL

- 구글 코랩: colab.research.google.com
- 실습파일: github.com/kotech1/computervision

참고 URL

- 파이썬 기초 강의: <https://youtu.be/kWiCuklohdY>
- AI HUB 공개데이터: <https://aihub.or.kr>

참고 문헌

REFERENCE

The copyright notice does not
imply endorsement or approval
of the views expressed herein by the
author, editor, publisher, or
copyright holder.

강의에 사용된 이미지

- **Grace W. Lindsay**
Convolutional Neural Networks as a Model of the Visual System:
Past, Present, and Future(2020) arXiv:2001.07092
- **Wellesley대학 유튜브 채널**
www.youtube.com/watch?v=Gv6EdI-pidA
- en.wikipedia.org/wiki/David_H._Hubel
- **Rudolf Seising (2018) The Emergence of Fuzzy Sets in the
Decade of the Perceptron—Lotfi A. Zadeh’s and Frank
Rosenblatt’s Research Work on Pattern Classification**
<https://www.mdpi.com/2227-7390/6/7/110>

☎ 서체 출처 : 에스코어드림체-(주)에스코어, 나눔글꼴체-(주)네이버, 배달의민족체-우아한형제들

참고 문헌

REFERENCE

The copyright notice does not
imply endorsement or approval
of the views expressed herein by the
author, editor, publisher, or
copyright holder.

강의에 사용된 이미지

- **Terrence J. Sejnowski**
The Unreasonable Effectiveness of Deep Learning in Artificial
Intelligence(2020 arXiv:2002.04806)
- **Kunihiko Fukushima Neocognitron:**
A hierarchical neural network capable of
visual pattern recognition (1988)
- <https://ko.wikipedia.org/wiki/레나>
- **ImageNet**
www.image-net.org/challenges/LSVRC/2012/supervision.pdf
- **Pascal VOC 2012 데이터베이스**

☎ 서체 출처 : 에스코어드림체-(주)에스코어, 나눔글꼴체-(주)네이버, 배달의민족체-우아한형제들

참고 문헌

REFERENCE

The copyright notice for this document is as follows: All rights reserved. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the copyright owner.

강의에 사용된 이미지

- **Xiongwei Wu et.al** Recent Advances in Deep Learning for Object Detection 2019 arXiv:1908.03673
- **Path Aggregation Network for Instance Segmentation**
Shu Liu, Lu Qi, Haifang Qin, Jianping Shi, Jiaya Jia
<https://arxiv.org/pdf/1803.01534.pdf>
- **Mingxing Tan et. al** EfficientDet: Scalable and Efficient Object Detection (2019) arXiv:1911.09070
- **Yongcheng Jing et., al** Neural Style Transfer: A Review (2018) arXiv:1705.04058
- **Szegedy, et.al** (2014) Intriguing properties of neural networks

서체 출처 : 에스코어드림체-(주)에스코어, 나눔글꼴체-(주)네이버, 배달의민족체-우아한형제들

참고 문헌

REFERENCE

The copyright notice for this document is as follows: All rights reserved. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the copyright owner.

강의에 사용된 이미지

- MNIST 데이터베이스
- Quick! Draw! 데이터베이스
- CelebA 데이터베이스
- <https://www.gettyimagesbank.com>
- en.wikipedia.org/wiki/X-ray
- **Xiongwei Wu et.al** Recent Advances in Deep Learning for Object Detection 2019 arXiv:1908.03673

서체 출처 : 에스코어드림체-(주)에스코어, 나눔글꼴체-(주)네이버, 배달의민족체-우아한형제들

참고 문헌

REFERENCE

The copyright notice for this document is as follows: All rights reserved. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without prior written permission from the copyright owner.

강의에 사용된 시청각자료

- **ImageNet**
Ye, Tengqi. 2018. "Visual Object Detection from Lifelogs using Visual Non-lifelog Data."
- **Yifan Sun et. al** Summarizing CPU and GPU Design Trends with Product Data(2019) arXiv:1911.11313
- <https://aiimpacts.org/2019-recent-trends-in-gpu-price-per-flops/>

서체 출처 : 에스코어드림체-(주)에스코어, 나눔글꼴체-(주)네이버, 배달의민족체-우아한형제들