

# 컴퓨터 비전

동양미래대학교  
인공지능소프트웨어학과  
백찬은 교수

# 컴퓨터 비전의 역사, 실습 환경 구성

01

인간의 시각

02

영상처리

03

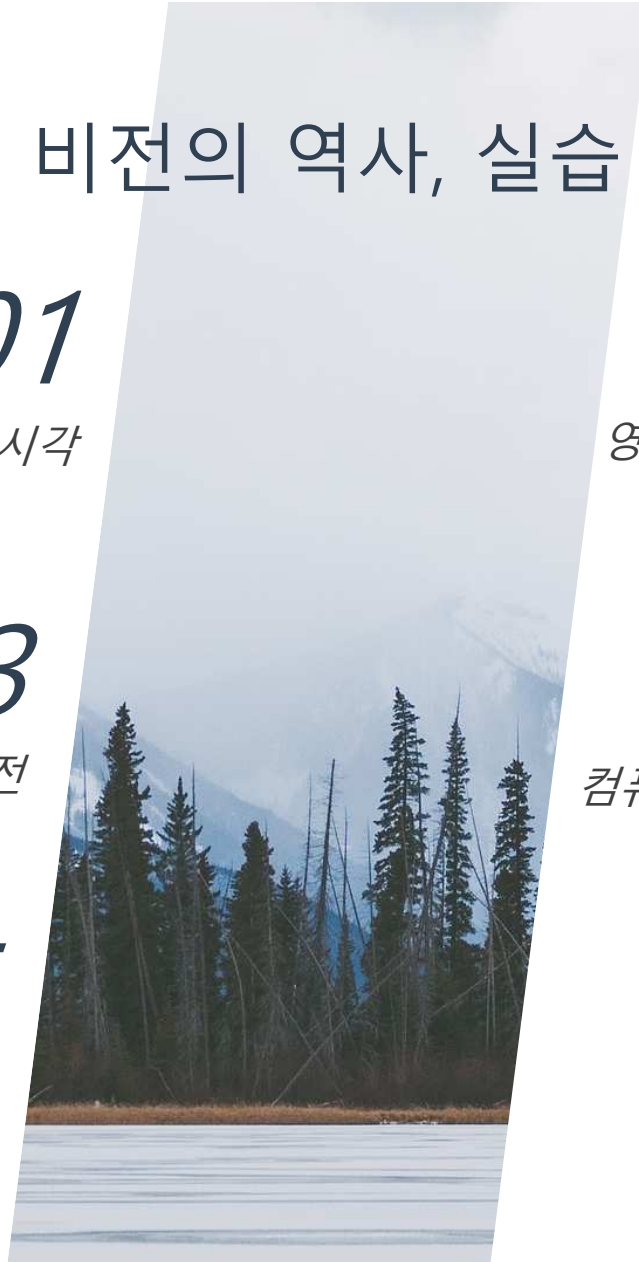
컴퓨터 비전

04

컴퓨터 비전의 역사

05

실습 환경 구성





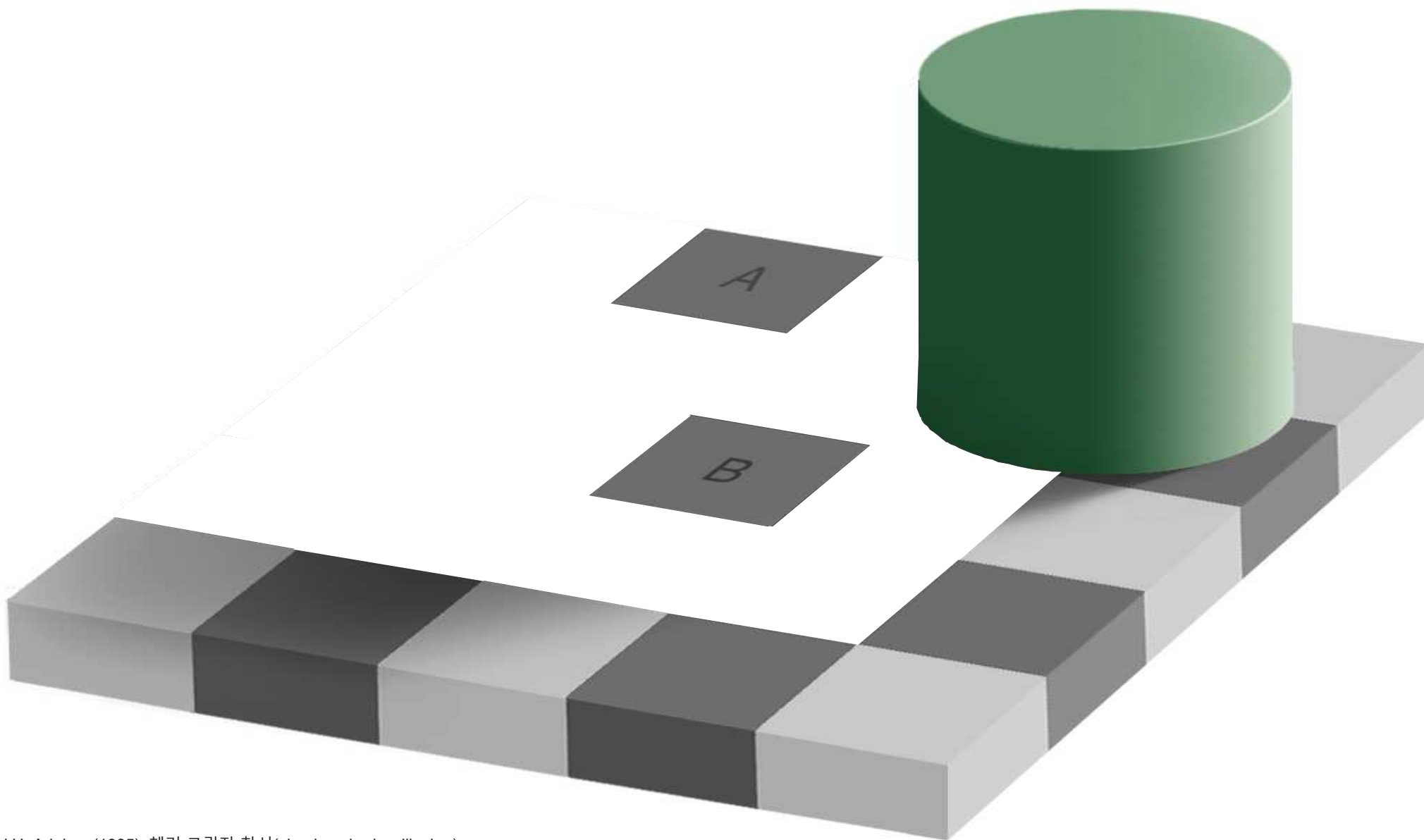
## 인간의 시각

# 인간의 시각

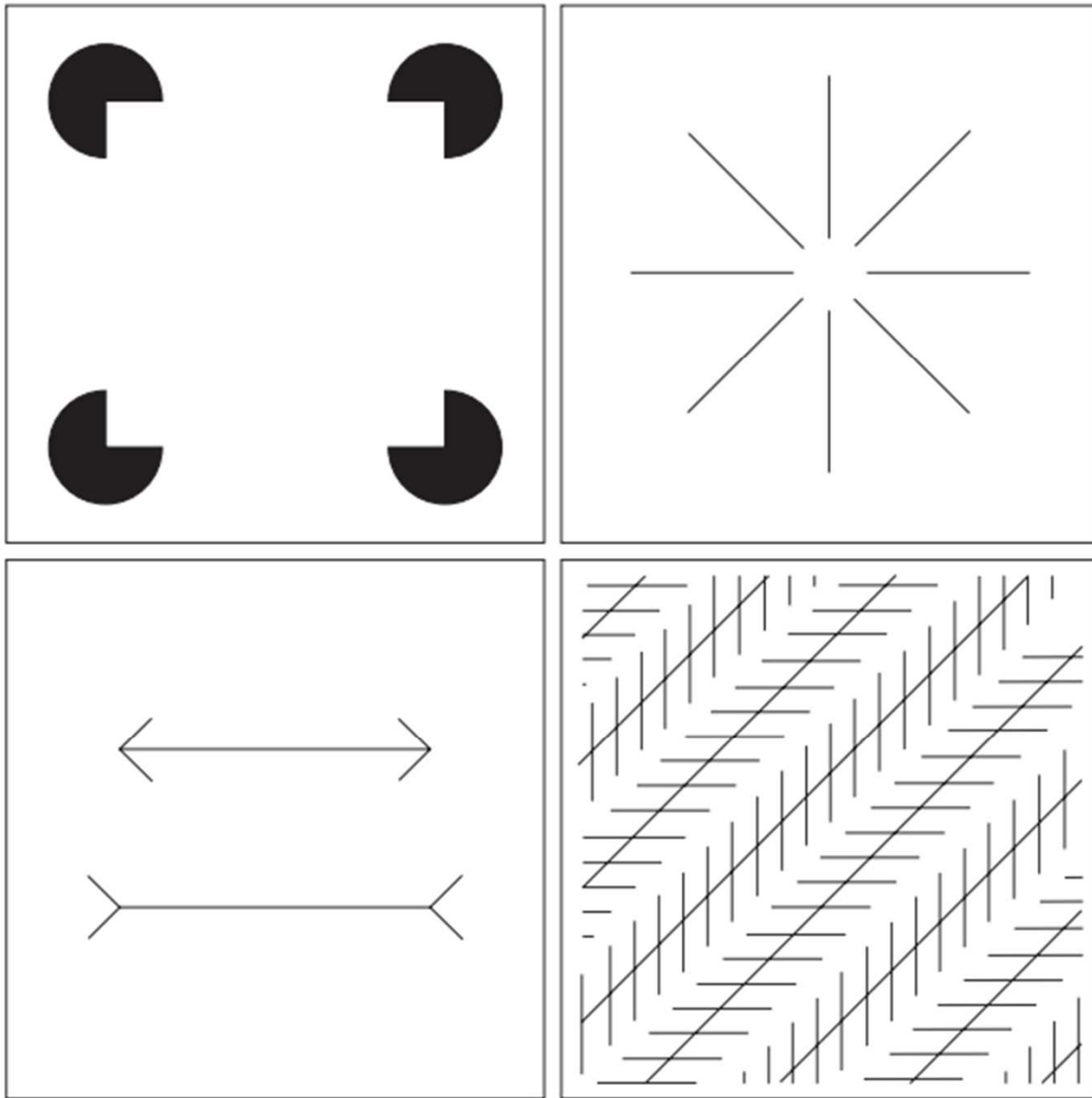
- 인간의 시각은 오감 중에서 가장 뛰어남
  - 분류, 검출, 분할, 추적, 행동 분석에 능숙함
  - 3차원 복원 능력이 있음
  - 빠르고 강건함
  - 다른 지능 요소인 지식 표현, 추론, 계획과 협동함
  - 사전 행동(proactive)에 능숙함
  - 과업 전환(Task Switching)이 매끄럽고 유기적이고 빠름
  - 비주얼 서보잉(Visual Servoing)이 뛰어남

# 인간의 시각

- 인간의 시각의 한계
  - 착시가 있음
  - 정밀 측정에 오차가 있음
  - 시야가 한정됨
  - 피로해지고 퇴화함



Edward H. Adelson(1995). 체커 그림자 착시(checker shadow illusion)



a b  
c d

**FIGURE 2.9** Some well-known optical illusions.



영상처리



# 영상 처리(Image Processing)

## 영상 처리(Image Processing)

- 입출력이 영상인 모든 형태의 정보 처리
- 목적하는 정보를 얻기 위해 영상 데이터를 취득하고 이를 가공, 처리, 해석하는 일련의 과정

## (디지털) 영상 처리(Digital Image Processing)

- 디지털 영상을 처리하는 학문

과거	현재
특수 목적으로 사용	일상적으로 사용
군사용, 공업용	엔터테인먼트, 디자인, 지문 인식, 얼굴 인식

# 디지털 영상 처리

## 디지털 영상의 특성

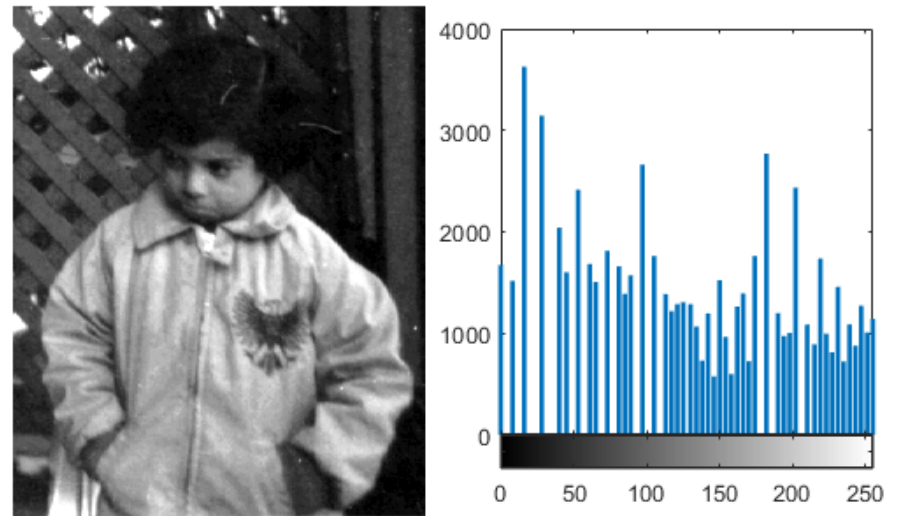
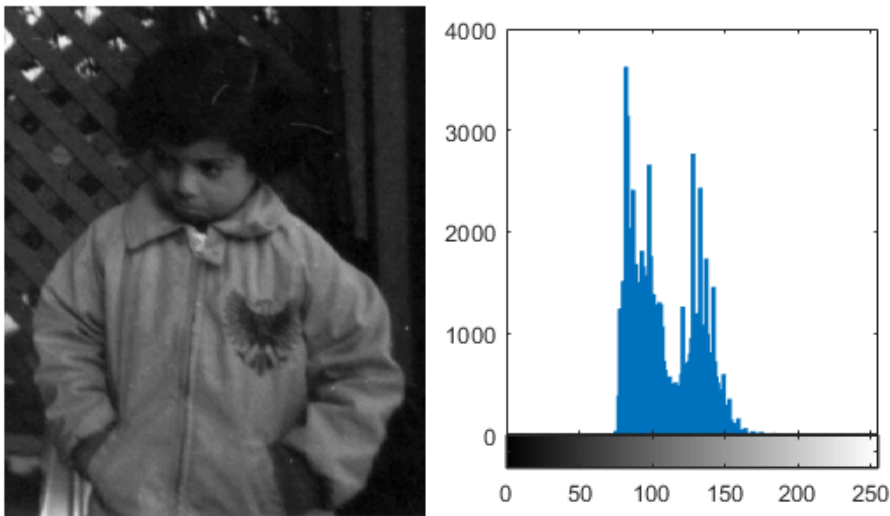
- 디지털 데이터 값이 명확하여 아날로그보다 안정적인 영상을 얻을 수 있음
- 컴퓨터 기술이 발전하면 기술을 그대로 반영할 수 있음
- 디지털 데이터 처리 방법을 활용할 수 있음
- 안정적인 디지털 데이터 저장 장치에 영구적으로 저장할 수 있음
- 복제 및 전송이 용이함

# 디지털 영상 처리 기술의 분야

기술 분야	요약
디지털 영상 개선	영상의 화질을 주관적으로 향상시키는 기술
디지털 영상 복원	손상된 영상을 원본 영상과 가깝게 복원시키는 기술
디지털 영상 변환	디지털 영상을 다른 형태의 데이터로 변환하는 작업
디지털 영상 분석	디지털 영상으로부터 원하는 정보를 추출하는 작업
디지털 영상 압축	영상을 효율적으로 저장하고 전송하기 위해 불필요하거나 중복된 부분을 제거하는 작업

# 디지털 영상 개선

- 영상의 화질을 주관적으로 향상시키는 기술
- ex) 너무 어둡거나 밝은 영상 -> 명암 대비 조정
  - 어두운 곳은 더 어둡게, 밝은 곳은 더 밝게



# 디지털 영상 개선(Enhancement)

- 영상의 화질을 주관적으로 향상시키는 기술
- ex) 잡음(noise)이 많은 영상 -> 잡음 제거 알고리즘 사용
  - 잡음이 주변과 섞이게 평균을 적용



# 디지털 영상 개선(Enhancement)

- 취득한 영상을 보기 좋은 화질로 변환하는 기술이므로, 결과물이 취득 당시의 실제 신호와 다를 수 있음
- 객관적으로 원래 신호를 복원하는 기술? No. 이것은 영상 복원 기술
- 휴먼 팩터를 고려하여(주관적으로) 좋은 화질로 변환하는 기술

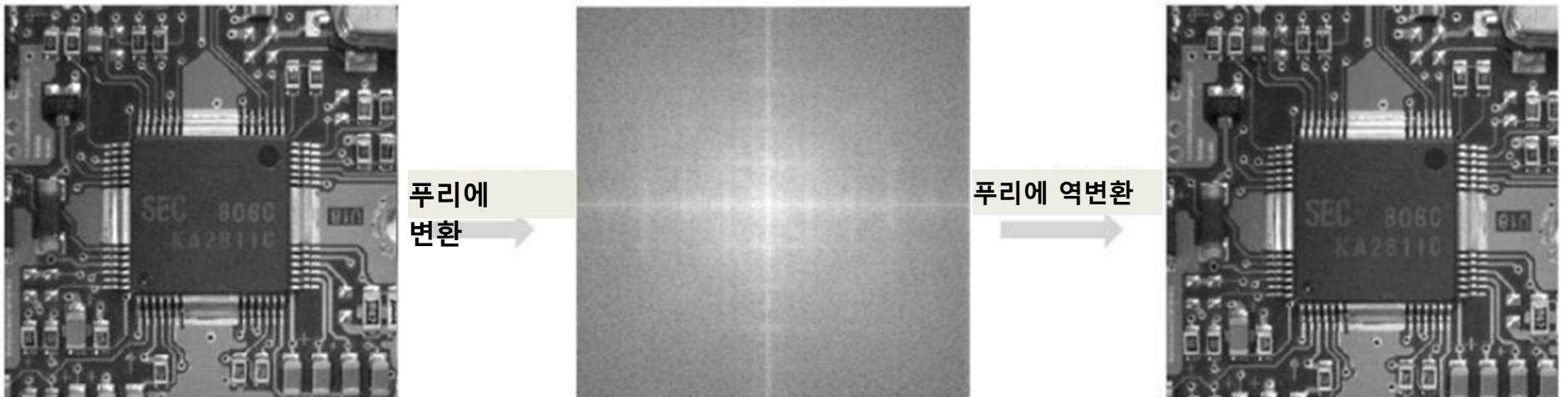
\*휴먼 팩터(human factor): 상품, 시스템, 절차를 설계할 때 상호 작용하는 인간의 특성을 고려하는 설계와 방법론

## 디지털 영상 복원(Restoration)

- 손상된 영상을 원본 이미지로 되돌리는 것
- 카메라 결함이나 저장/전송 실패 등으로 데이터가 훼손될 수 있음
- 복원된 영상이 원본에 가까운 값을 가질수록 복원이 잘 된 영상임
- 즉, 객관적인 화질 향상 기술
- 객관적이므로(휴먼 팩터를 고려하지 않으므로) 주관적 화질 개선을 보장하진 않음
- 데이터의 훼손 원인을 찾는 것이 중요함
  - 훼손 원인을 찾아 모델링한 뒤 역변환하는 방식을 사용할 수 있기 때문

# 디지털 영상 변환(Transformation)

- 디지털 영상을 다른 형태의 데이터로 변환하는 작업
- ex) Fourier 변환: [밝기, 색 성분의 강도] -> [주파수]



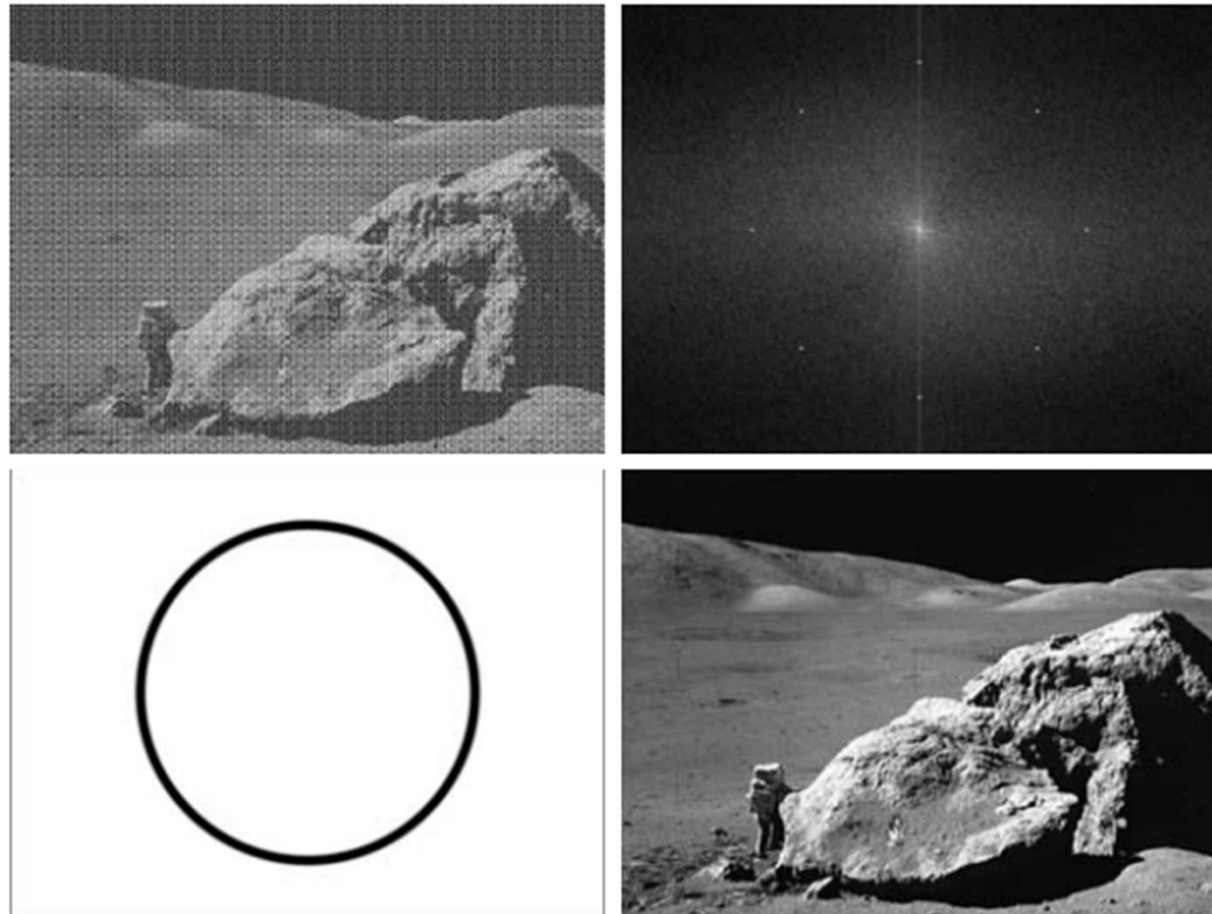


# 디지털 영상 변환(Transformation)

a b  
c d

**FIGURE 2.40**

(a) Image corrupted by sinusoidal interference. (b) Magnitude of the Fourier transform showing the bursts of energy responsible for the interference. (c) Mask used to eliminate the energy bursts. (d) Result of computing the inverse of the modified Fourier transform. (Original image courtesy of NASA.)



## 디지털 영상 분석(Analysis)

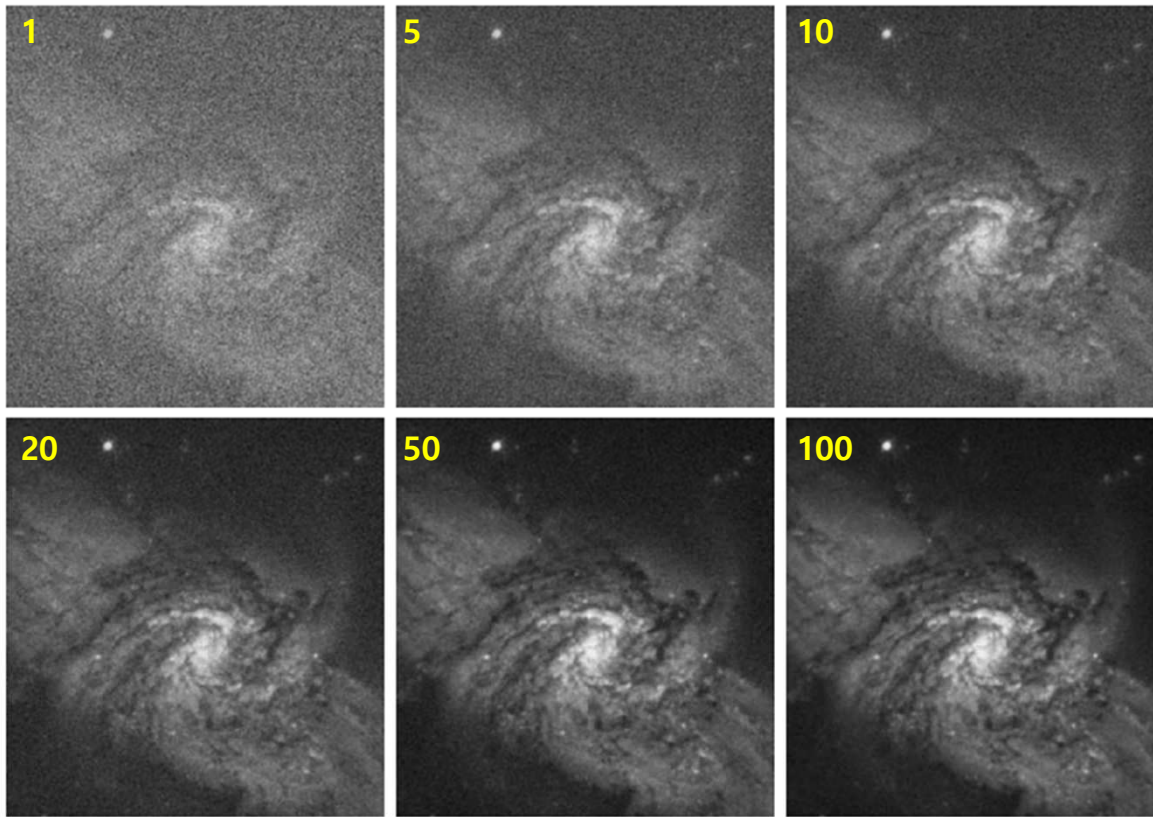
- 디지털 영상으로부터 원하는 정보를 추출하는 작업

구조적 정보	통계 정보
디지털 영상의 구조를 파악하여 표현	디지털 영상의 특성을 수치화하여 표현
입력 영상에서 윤곽선을 추출하거나 영역을 분리함	입력 영상의 밝기값 분포와 평균 값을 구함
인간이 직관적으로 이해할 수 있음	인간이 이해하기 어려움

# 디지털 영상 압축(Compression)

- 효율적으로 저장/전송하기 위해 불필요하거나 중복된 부분을 제거하는 작업
- 무손실 압축 기법과 손실 압축 기법으로 분류
  - 무손실 압축 기법: 압축한 뒤 다시 복원해도 복원 영상이 압축 이전의 원본 영상과 동일함
  - 손실 압축 기법: 압축한 뒤 다시 복원하면 원본 영상과 다름

## 디지털 영상에서의 연산 - 덧셈



우주 사진에는 기본적으로 noise가 많이 있는데  
같은 물체를 여러 번 찍어 이미지를 더하면  
개선할 수 있음

a b c  
d e f

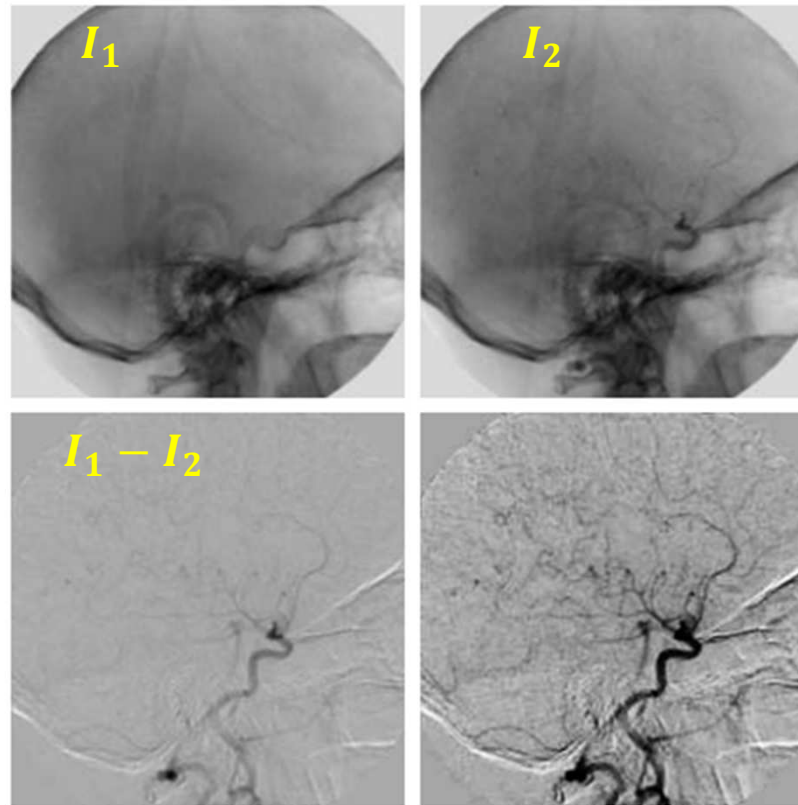
**FIGURE 2.26** (a) Image of Galaxy Pair NGC 3314 corrupted by additive Gaussian noise. (b)–(f) Results of averaging 5, 10, 20, 50, and 100 noisy images, respectively. (Original image courtesy of NASA.)

## 디지털 영상에서의 연산 - 뺄셈

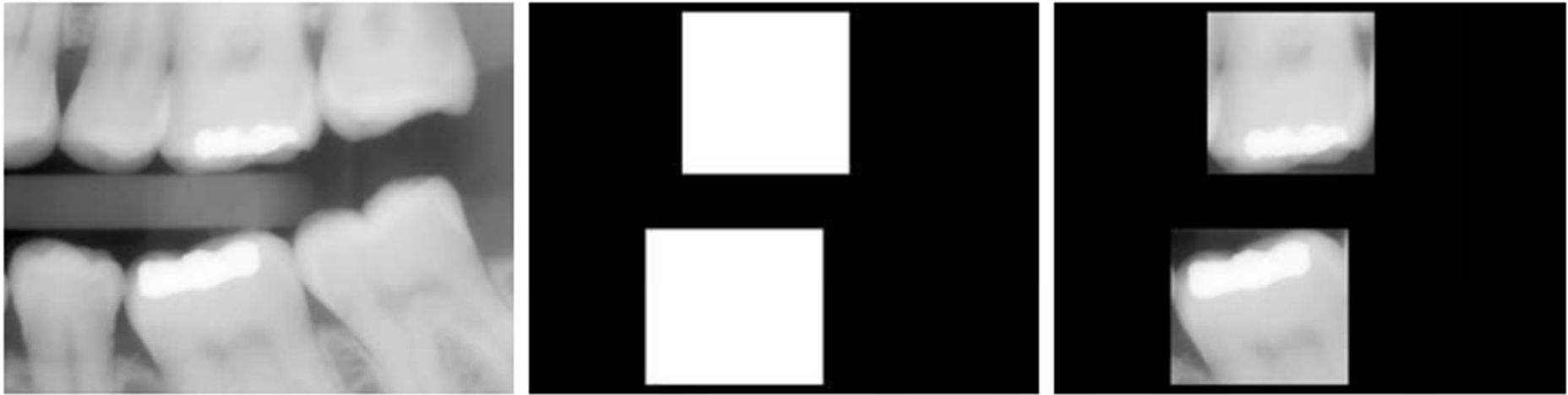
a	b
c	d

**FIGURE 2.28**

Digital subtraction angiography. (a) Mask image. (b) A live image. (c) Difference between (a) and (b). (d) Enhanced difference image. (Figures (a) and (b) courtesy of The Image Sciences Institute, University Medical Center, Utrecht, The Netherlands.)



## 디지털 영상에서의 연산 - 곱셈



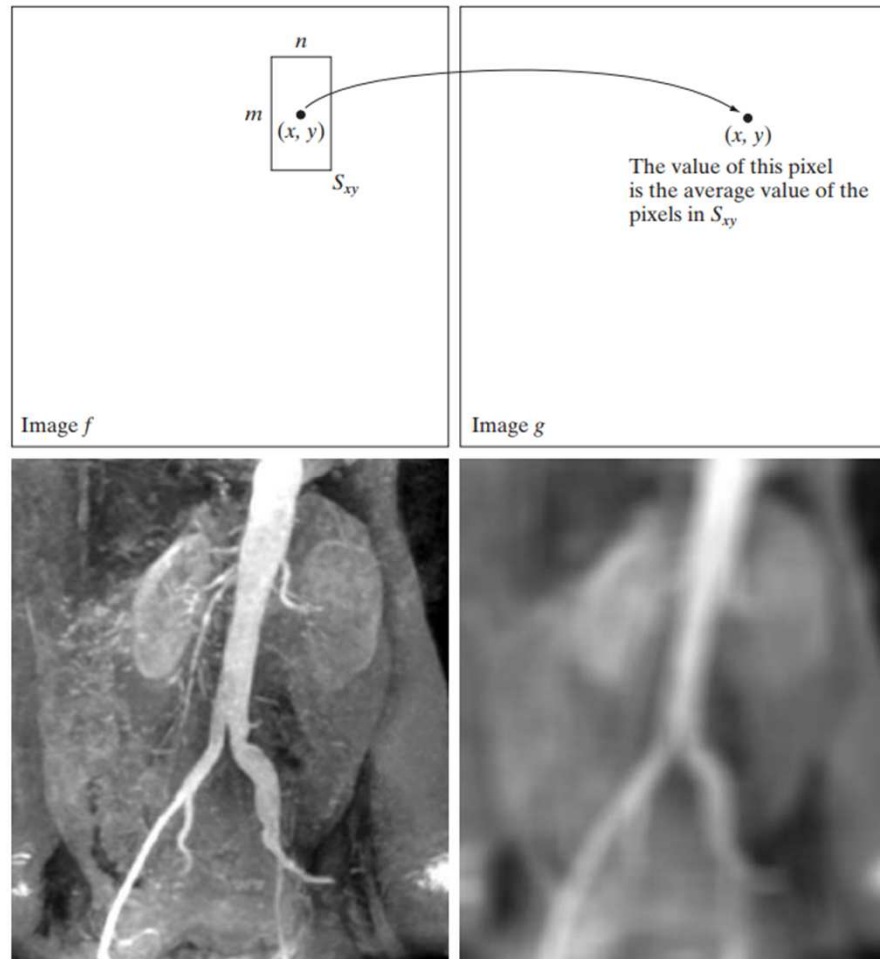
a b c

**FIGURE 2.30** (a) Digital dental X-ray image. (b) ROI mask for isolating teeth with fillings (white corresponds to 1 and black corresponds to 0). (c) Product of (a) and (b).

# 디지털 영상에서의 연산 - 평균

a b  
c d

**FIGURE 2.35** Local averaging using neighborhood processing. The procedure is illustrated in (a) and (b) for a rectangular neighborhood. (c) The aortic angiogram discussed in Section 1.3.2. (d) The result of using Eq. (2.6-21) with  $m = n = 41$ . The images are of size  $790 \times 686$  pixels.





컴퓨터 비전



# 영상 처리와 컴퓨터 비전

## 영상처리(Image Processing)

- 정의: 영상을 가공하거나 보정하는 기술
- 주요 기법: 노이즈 제거, 대비 조절, 색상 변환, 필터링 등
- 응용: 의료 영상, 위성사진, 사진 보정

## 컴퓨터비전(Computer Vision)

- 정의: 인간의 시각을 흉내내는 컴퓨터 프로그램, 영상을 이해하고 판단하는 기술
- 주요 기술: 분류(Classification), 검출(Detection), 분할(Segmentation), 추적(Tracking), 행동 분석(Action Recognition)
- 응용: 자율주행, 얼굴 인식, AR/VR, 스마트 팩토리

# 영상 처리와 컴퓨터 비전

## 입력과 출력의 형태에 따른 학문 분야

		입력	
		영상	심볼
출력	영상	저수준 영상처리	컴퓨터 그래픽
	심볼	고수준 영상처리, 컴퓨터 비전	자연어 처리

\*심볼(Symbol): 영상이 아닌 다른 차원의 정보

- 영상 -> 영상 : 이미지의 확대/축소
- 영상 -> 심볼 : 차량 번호 인식
- 심볼 -> 영상 : 코딩으로 애니메이션 생성
- 심볼 -> 심볼(영상처리가 아님) : ChatGPT

# 컴퓨터 비전

- 컴퓨터 비전은 인간의 시각을 흉내 내는 컴퓨터 프로그램
- 인공지능의 중요한 구성 요소가 됨
  - (예) 시각 기능이 있는 로봇은 시각 기능이 없는 로봇보다 더 높은 성능을 보임
- 현재 컴퓨터 비전 기술로 인간에 필적하는 시각 구현은 불가능하지만,
- "과업을 한정하면" 인간 성능에 가깝거나 뛰어넘도록 활용할 수 있음

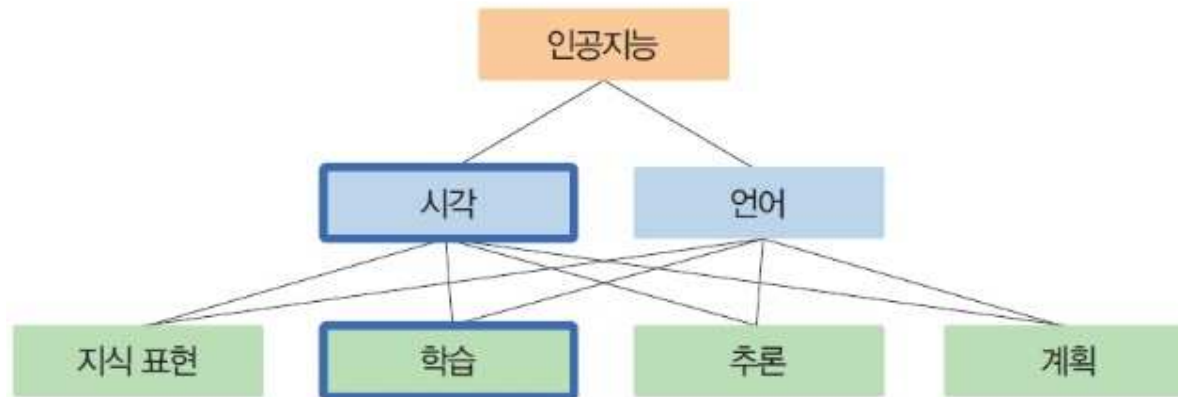
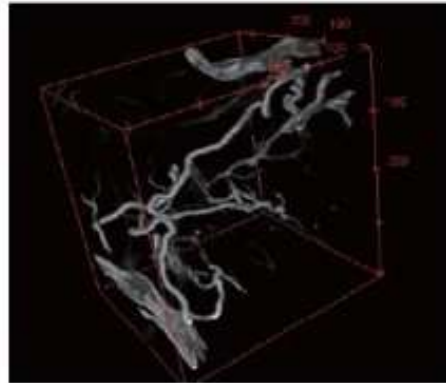


그림 1-4 인공지능의 실현

# 컴퓨터 비전의 응용 사례



(a) 과일 수확 드론



(b) 혈관 분할



(c) 자율주행



(d) 불량 검사



(e) 선수의 행동 분석



(f) 고객의 동선 분석

# 컴퓨터 비전의 응용 사례



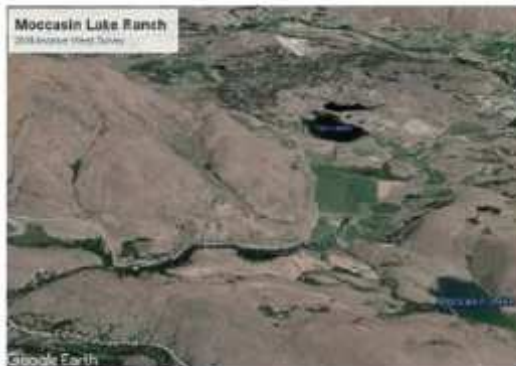
(g) 얼굴 인식 보안



(h) 태양광 모니터링



(i) 게임 플레이(알파스타)



(j) 지형 모니터링



(k) 화성 탐사선



(l) 광장 감시

# 컴퓨터 비전의 응용 사례



(m) 에드몽 벨라미



(n) 청소 로봇



(o) 휴머노이드 로봇

그림 1-5 컴퓨터 비전의 응용 사례



# 컴퓨터 비전의 장애 요소

- 컴퓨터 비전이 어려운 이유는 명확함
- 시각, 시점 등에 따라 시시각각 변하는 물체의 모습
- 숫자로부터 물체를 인식해야 함
- 아직 약인공지능에 머물러있는 인공지능 기술

125	134	125	122	127	127	120	130	139	135	139	140	133	127	127	130	133	135	138	133	137	139	134	130	125	121
117	123	114	116	120	122	118	120	122	117	122	126	124	117	106	100	99	102	105	120	118	113	109	105	106	111
109	110	105	102	112	123	130	135	147	171	191	184	183	174	157	139	124	107	90	92	87	88	92	93	88	89
108	105	100	116	117	129	163	195	210	217	205	215	211	198	185	176	167	143	117	91	80	77	88	91	84	79
107	103	102	120	146	173	200	193	172	165	138	141	135	123	118	125	139	143	137	121	99	84	85	88	82	81
104	107	115	134	159	171	170	136	115	129	107	83	83	82	80	83	90	103	113	125	108	93	91	90	86	83
107	120	137	160	150	125	139	150	167	174	115	99	94	93	98	98	89	87	91	104	103	99	97	95	94	95
111	133	156	134	151	157	189	206	216	212	136	114	92	83	97	110	108	100	98	97	101	101	95	92	103	120
130	145	164	165	185	213	219	210	212	196	158	108	123	137	137	123	111	121	134	145	132	130	147	159	163	171
138	151	170	185	195	215	222	211	214	218	209	160	152	151	157	163	166	167	166	159	155	160	180	193	195	193
142	153	171	190	190	204	218	213	207	214	218	213	204	195	192	189	183	178	173	161	159	163	171	183	189	187
141	151	164	188	178	180	197	204	201	197	196	196	193	190	187	176	163	157	156	156	161	163	166	174	186	192
144	151	160	185	183	176	176	187	192	191	188	193	184	178	177	174	165	156	151	148	163	177	182	188	200	203
152	160	168	176	193	193	182	180	180	174	172	164	161	159	154	146	140	143	149	173	184	190	190	193	199	205
159	168	178	178	202	206	197	194	187	175	175	167	172	179	180	176	176	188	203	215	212	206	204	202	204	205
161	171	185	197	210	204	199	211	210	208	212	219	210	206	215	225	228	220	215	214	209	210	214	216	211	200



그림 1-6 컴퓨터 비전이 인식해야 하는 영상은 아주 큰 숫자 배열

# 컴퓨터 비전 체험해보기

- 생성 모델인 GAN(Generative Adversarial Network, 생성적 적대 신경망)을 이용해 진짜처럼 보이는 가짜 얼굴 영상을 생성하고, 진짜를 찾아보게 하는 서비스

<https://whichfaceisreal.com/>

- Google Lens, Bixby Vision



그림 1-8 Google 앱



# 컴퓨터 비전 체험해보기

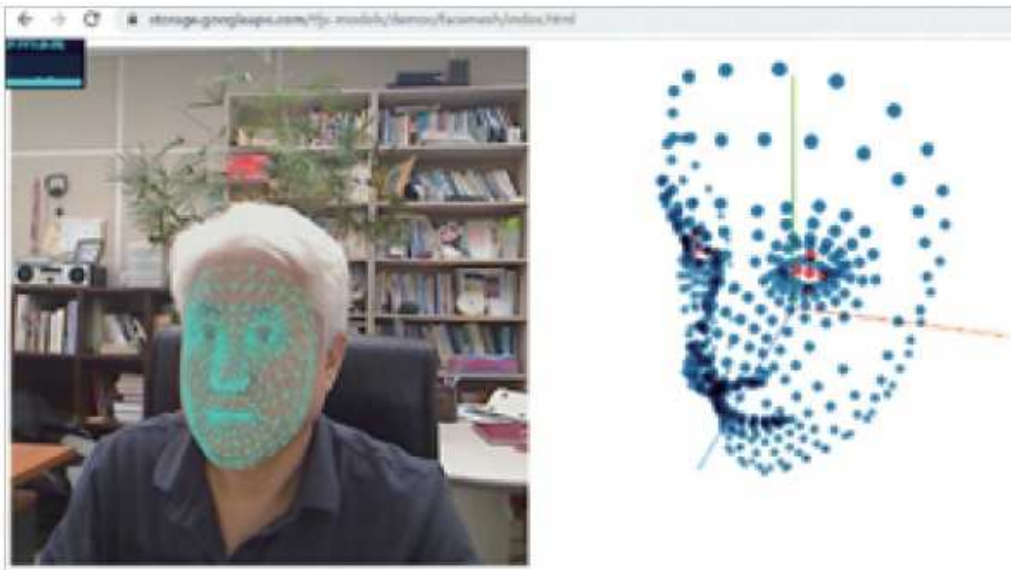


그림 1-10 얼굴 랜드마크 검출



그림 1-11 영상 설명

# 컴퓨터 비전 체험해보기

<https://teachablemachine.withgoogle.com/>



그림 1-12 티처블 머신

# 컴퓨터 비전이 풀어야 할 문제

## ■ 궁극적인 목표

- 일반적인 상황에서 잘 작동하는 인간과 같은 시각 (강한 인공지능)
- 영영 불가능하거나 먼 미래에 실현

## ■ 현실적인 목표

- 제한된 환경에서 특정 과업을 높은 성능으로 달성 (약한 인공지능)
- 컴퓨터 비전 문제를 여러 세부 문제로 구분하고 세부 문제별로 알고리즘 구상

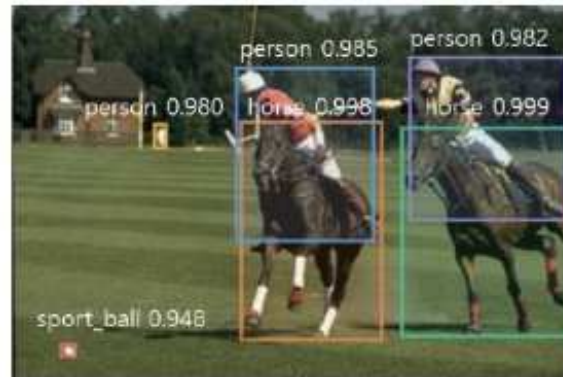
# 컴퓨터 비전이 풀어야 할 문제

- 분류(classification)
- 검출(detection)
- 분할(segmentation)
- 추적(tracking)
- 행동 분석(action analysis)
- ...

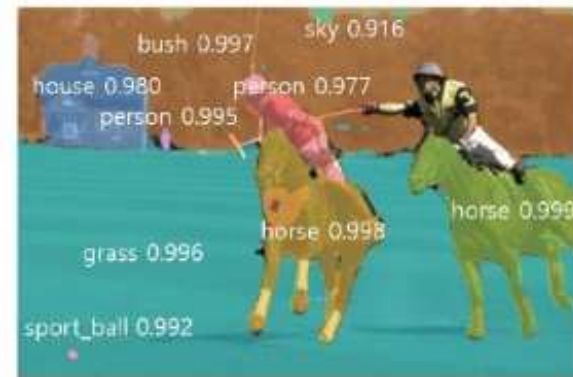
# 컴퓨터 비전이 풀어야 할 문제



(a) 분류



(b) 검출



(c) 분할



(d) 추적(<https://motchallenge.net/vis/MOT17-09-SDP>)

# 컴퓨터 비전이 풀어야 할 문제



(e) 행동 분석(<https://github.com/mostafa-saad/deep-activity-rec#dataset>)

그림 1-13 컴퓨터 비전이 풀어야 할 문제



## 컴퓨터 비전의 역사

# 컴퓨터 비전의 역사

- **신문 산업에서 태동한 디지털 영상**
  - 1920년 유럽과 북미 간 케이블을 통해 사진 전송하는 Bartlane 시스템 개통
- **1946년 세계 최초의 범용 전자식 컴퓨터인 에니악(ENIAC) 탄생**
  - 빠른 계산이 주목적 (에니악은 초당 3000개 가량 덧셈)
- **1957년 스캐너를 통해 디지털 영상을 컴퓨터에 저장**
  - 5cmx5cm 사진에서 획득한 176x176 디지털 영상 -> 컴퓨터 비전의 태동



Bartlane 시스템(유럽-북미 해저 케이블로 사진을 전송하는 시스템)으로 전송된 세계 최초의 디지털 영상(1920년)

→  
37년



세계 최초로 컴퓨터에 저장된 디지털 영상 (1957년)

→  
65년



자율주행차(현재)

그림 1-7 컴퓨터 비전의 발전



# 컴퓨터 비전의 역사

표 1-1 컴퓨터 비전의 역사

연도	사건
1920	• Bartlane 영상 전송 케이블 시스템 구축 [McFarlane1972]
1946	• 세계 최초 전자식 범용 디지털 컴퓨터인 에니악 탄생
1957	• 커쉬가 세계 최초로 디지털 영상을 컴퓨터에 저장
1958	• 로젠블라트의 퍼셉트론 제안(이후 Mark 1 Perceptron에서 문자 인식 실험)
1968	• 소벨의 소벨 에지 연산자 제안
1979	• IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 창간 • ACRONYM 시스템 발표 [Brooks1979]
1980	• 후쿠시마의 네오코그니트론 논문 발표 [Fukushima1980]
1983	• 제1회 CVPR(Computer Vision and Pattern Recognition)이 미국 알링턴에서 개최
1986	• 캐니의 캐니 에지 연산자 논문 발표 [Canny1986] • 루멜하트의 『Parallel Distributed Processing』 출간(다층 퍼셉트론 제안) [Rumelhart1986]

# 컴퓨터 비전의 역사

1987	<ul style="list-style-type: none"><li>• International Journal of Computer Vision 창간</li><li>• 런던에서 제1회 ICCV(International Conference on Computer Vision) 개최(홀수 연도)</li><li>• Marr상 제정(ICCV에서 시상)</li><li>• 덴버에서 제1회 NIPS(Neural Information Processing Systems) 개최(2018년에 NeurIPS로 개명)</li></ul>
1990	<ul style="list-style-type: none"><li>• 프랑스 안티베에서 제1회 ECCV(European Conference on Computer Vision) 개최(짝수 연도)</li></ul>
1991	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenface 얼굴 인식 논문 발표 [Turk1991]</li></ul>
1998	<ul style="list-style-type: none"><li>• 르쿤의 컨볼루션 신경망 논문 발표 [LeCun1998]</li></ul>
1999	<ul style="list-style-type: none"><li>• 로우의 SIFT 논문 발표 [Lowe1999]</li><li>• 엔비디아에서 GPU 발표</li></ul>
2000	<ul style="list-style-type: none"><li>• CVPR에서 OpenCV 알파 버전 공개</li></ul>
2001	<ul style="list-style-type: none"><li>• Viola-Jones 물체 검출 논문 발표 [Viola2001]</li></ul>
2004	<ul style="list-style-type: none"><li>• 그랜드 챌린지(고속도로 자율주행)</li></ul>
2005	<ul style="list-style-type: none"><li>• PASCAL VOC 대회 시작</li></ul>

# 컴퓨터 비전의 역사

2006	<ul style="list-style-type: none"><li>• OpenCV 1.0 공개</li></ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"><li>• 어번 챌린지(도심 자율주행)</li><li>• Azriel Rosenfeld Lifetime Achievement상 제정</li></ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"><li>• 페이페이 리가 CVPR에서 ImageNet 데이터셋 발표</li><li>• OpenCV 2.0 공개</li></ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"><li>• Xbox 360을 위한 Kinect 카메라 시판</li><li>• 제1회 ILSVRC 대회 개최</li><li>• MS COCO 데이터셋 발표</li></ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"><li>• ILSVRC 대회에서 AlexNet 우승 [Krizhevsky2012]</li><li>• 시각 장애인을 태운 자율주행차의 시범 운행 성공</li></ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"><li>• 아타리 비디오 게임에서 사람 성능 추월 [Mnih2013]</li><li>• 스코츠데일에서 제1회 ICLR(International Conference on Learning Representations) 개최</li></ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• RCNN 논문 발표 [Girshick2014]</li><li>• 생성 모델인 GAN 발표 [Goodfellow2014]</li><li>• ILSVRC에서 GoogLeNet이 우승, VGGNet이 준우승</li></ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"><li>• 텐서플로 서비스 시작</li><li>• ILSVRC에서 ResNet이 우승</li></ul>

# 컴퓨터 비전의 역사

2016	<ul style="list-style-type: none"><li>• 파이토치 서비스 시작</li><li>• YOLO 논문 발표 [Redmon2016]</li></ul>
2017	<ul style="list-style-type: none"><li>• 트랜스포머 논문 발표 [Vaswani2017]</li><li>• Open Images 데이터셋 공개</li><li>• 구글 렌즈 서비스 시작</li></ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"><li>• 인공지능이 그린 에드몽 벨라미가 경매에서 5억 원에 낙찰</li><li>• 벤지오, 힌튼, 르쿤 교수가 딥러닝으로 튜링상 수상</li></ul>
2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• 알파스타가 스타크래프트에서 그랜드마스터 수준 달성</li><li>• 트랜스포머를 위한 파이썬 라이브러리 transformers 2.0 공개</li></ul>
2020	<ul style="list-style-type: none"><li>• OpenAI 재단의 GPT-3 발표</li><li>• iPad Pro에 라이다 센서 장착</li></ul>
2021	<ul style="list-style-type: none"><li>• 비전 트랜스포머 발표 [Dosovitskiy2021]</li><li>• OpenAI 재단의 DALL·E 발표 [Ramesh2021]</li></ul>
2022	<ul style="list-style-type: none"><li>• 구글의 Imagen 발표 [Saharia2022]</li></ul>



실습 환경 구성

# 환경설정

Anaconda를 활용한 설치

1. Anaconda 설치: <https://www.anaconda.com/download/success>
2. Python 설치
3. Jupyterlab 또는 Jupyter Notebook 사용 (PyCharm 등 다른 소프트웨어 사용 가능)
4. OpenCV 라이브러리 등 설치 (가상환경 만들어 설치)

Anaconda prompt를 사용하여 환경설정 마무리하기

(base) C:/> conda create -n cv	① cv 가상 환경 생성
(base) C:/> conda activate cv	② cv 가상 환경으로 이동
(cv) C:/> conda install spyder	③ cv 가상 환경에 스파이더 설치
(cv) C:/> pip install opencv-python	④ cv 가상 환경에 OpenCV 설치
(cv) C:/> pip install tensorflow	⑤ cv 가상 환경에 텐서플로 설치
(cv) C:/> conda list	⑥ cv 가상 환경에 설치된 목록 보기

# 잘 설치되었는지 확인해보기

## 프로그램 2-2

영상 파일을 읽고 윈도우에 디스플레이하기

```
01 import cv2 as cv
02 import sys
03
04 img=cv.imread('soccer.jpg')    # 영상 읽기
05
06 if img is None:
07     sys.exit('파일을 찾을 수 없습니다.')
08
09 cv.imshow('Image Display',img) # 윈도우에 영상 표시
10
11 cv.waitKey()
12 cv.destroyAllWindows()
```

