

파이썬을 활용한 컴퓨터 비전 입문

Chapter 01. 컴퓨터 비전과 영상의 이해

동양미래대학교
인공지능소프트웨어학과
권 범

본 강의자료는 길벗 출판사의 『OpenCV 4로 배우는 컴퓨터 비전과 머신 러닝』
교재 내용을 토대로 작성되었습니다.

❖ 1장 컴퓨터 비전과 영상의 이해

- 1.1 컴퓨터 비전 개요
- 1.2 영상의 구조와 표현 방법

1.1 컴퓨터 비전 개요

1.2 영상의 구조와 표현 방법

❖ 컴퓨터 비전 개요 (1/8)

- 컴퓨터 비전(computer vision)은 컴퓨터를 이용하여 정지 영상 또는 동영상으로부터 의미 있는 정보를 추출하는 방법을 연구하는 학문임
- 사람이 눈으로 사물을 보고 인지하는 작업을 컴퓨터가 동등하게 수행할 수 있게끔 연구하는 학문이라고 할 수 있음
- 사람의 눈이 하는 작업을 **카메라**가 대신하고, 사람의 뇌가 하는 작업을 **수학적 알고리즘**을 통해 컴퓨터가 유사하게 수행할 수 있도록 만드는 작업이 컴퓨터 비전임
- 컴퓨터가 사물을 인식할 수 있도록 만드는 일은 결코 쉽지 않은데 전통적인 컴퓨터 비전 문제 해결 방법에서는 영상으로부터 유용한 정보를 추출하고, 이를 조합하여 결과를 유추함

❖ 컴퓨터 비전 개요 (2/8)

- 사과 사진을 컴퓨터에 입력으로 주고, 이 사진의 객체를 사과라고 인식하는 문제를 생각해 보자

▼ 그림 1-1 컴퓨터 비전과 영상 인식



(a)



(b)



(c)



(d)

❖ 컴퓨터 비전 개요 (3/8)

- 컴퓨터 비전에서 주로 활용하는 영상 정보는 밝기, 색상, 모양, 텍스처(texture) 등이 있음
- 이들 정보와 **머신 러닝**(machine learning) 알고리즘을 함께 사용하여 사물을 인지할 수 있음
- 영상 데이터에는 다양한 변형이 가해질 수 있기 때문에 영상을 제대로 분석하고 이해하기 위해서는 여러 방식으로 추출한 영상 정보를 복합적으로 사용해야 함
- 컴퓨터 비전과 더불어 널리 사용되는 용어 중에 **영상 처리**(image processing)가 있음
- 컴퓨터 비전과 영상 처리의 명확한 경계를 나누는 것은 매우 애매하며 많은 사람들이 컴퓨터 비전과 영상 처리를 혼용해서 사용함

❖ 컴퓨터 비전 개요 (4/8)

- 컴퓨터 비전에서 **수학이 차지하는 비중은 상당히 큼**
- 행렬 연산과 관련된 선형대수, 미적분학, 확률과 통계, 기하학 등의
다양한 수학적 이해가 있으면 컴퓨터 비전에 좀 더 쉽게 다가갈 수 있음

❖ 컴퓨터 비전 개요 (5/8)

- **신호 처리**(signal processing) 학문에도 컴퓨터 비전과 관련된 이론적 배경이 다수 존재함
- 과거에는 영상 처리가 2차원 디지털 신호 처리의 한 분야로서 간주되기도 하였으며, 지금도 많은 연구 분야에서 영상 처리와 신호 처리는 밀접한 관계를 가지고 있음

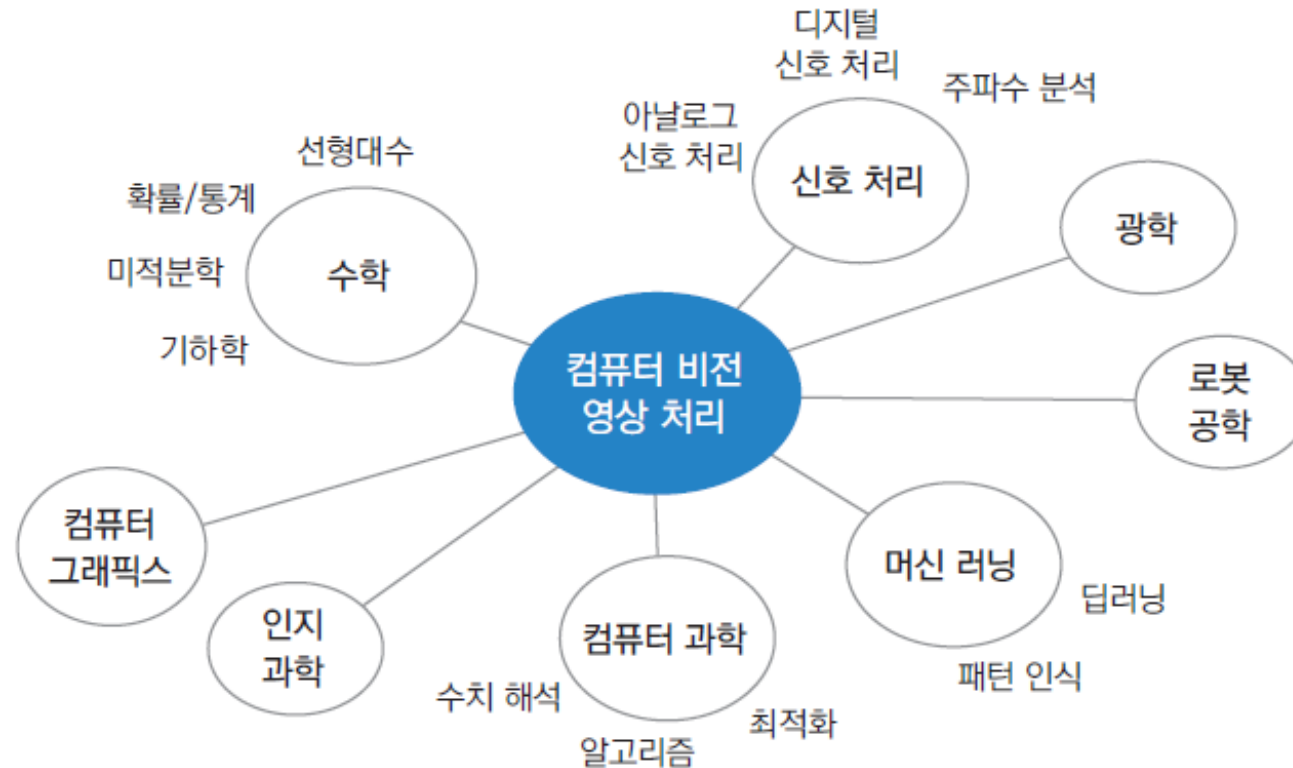
❖ 컴퓨터 비전 개요 (6/8)

- 패턴 인식(pattern recognition)과 딥러닝으로 대표되는 **머신 러닝**도 컴퓨터 비전과 떼어 내서 생각 할 수 없는 분야임
- 수치 해석, 알고리즘, 최적화 등을 다루는 **컴퓨터 과학**(computer sciences), 카메라 구조 및 영상 획득과 관련된 **광학**, 사람이 영상을 이해하는 방식을 연구하는 **인지 과학**도 컴퓨터 비전과 관련이 많은 분야임
- 최근에는 영상 분석 정보를 이용하여 자연스럽게 영상을 재구성하는 컴퓨터 그래픽스와 컴퓨터 비전이 로봇의 눈과 머리 역할을 담당하는 **로봇 공학** 분야도 컴퓨터 비전과 함께 발전하고 있음

❖ 컴퓨터 비전 개요 (7/8)

- 컴퓨터 비전을 **제대로** 공부하기 위해서는 **다양한 관련 분야 지식이 필요함**

▼ 그림 1-2 컴퓨터 비전 관련 분야



❖ 컴퓨터 비전 개요 (8/8)

- 컴퓨터 비전은 현재 **다양한 산업 분야에서 사용되고 있음**
- 대부분의 스마트폰 카메라에서 지원하는 HDR(High Dynamic Range) 사진 촬영, 인스타그램의 필터 기능 등은 영상의 화질을 개선하여 보기 좋은 사진을 만드는 용도로 사용되고 있음
- 공장에서는 제품의 검사, 측정, 불량 판정 등의 목적으로 컴퓨터 비전이 널리 사용되고 있으며, 공장 자동화에 주로 사용되는 컴퓨터 비전 시스템을 **머신 비전**(machine vision)이라고도 함
- 머신 비전은 사람의 수작업을 대체하며, 사람보다 훨씬 빠르고 정확하게 동작할 수 있기 때문에 다양한 산업 분야에 널리 적용되고 있음
- 컴퓨터 비전은 앞으로도 CPU, GPU 등의 하드웨어 발전, 센서 융합, 딥러닝 등의 영향으로 **더 많은 영역에서 사용성이 높아질 것임**

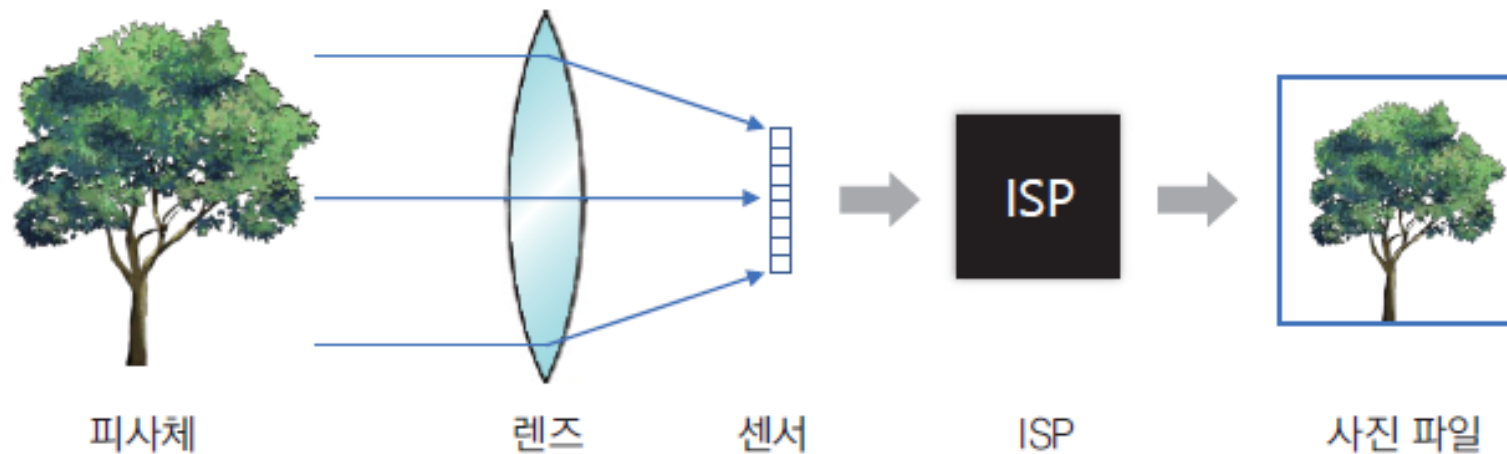
1.2 영상의 구조와 표현 방법

1.1 컴퓨터 비전 개요

❖ 영상의 획득과 표현 방법 (1/9)

- 카메라로 사진을 찍을 때, 그 대상이 되는 풍경이나 사물을 **피사체**라고 함
- 태양의 가시광선 또는 특정 광원에서 발생한 빛이 피사체에 부딪혀 반사되고, 그 반사된 빛이 카메라 **렌즈**(lens)를 통해 카메라 내부로 들어오게 됨

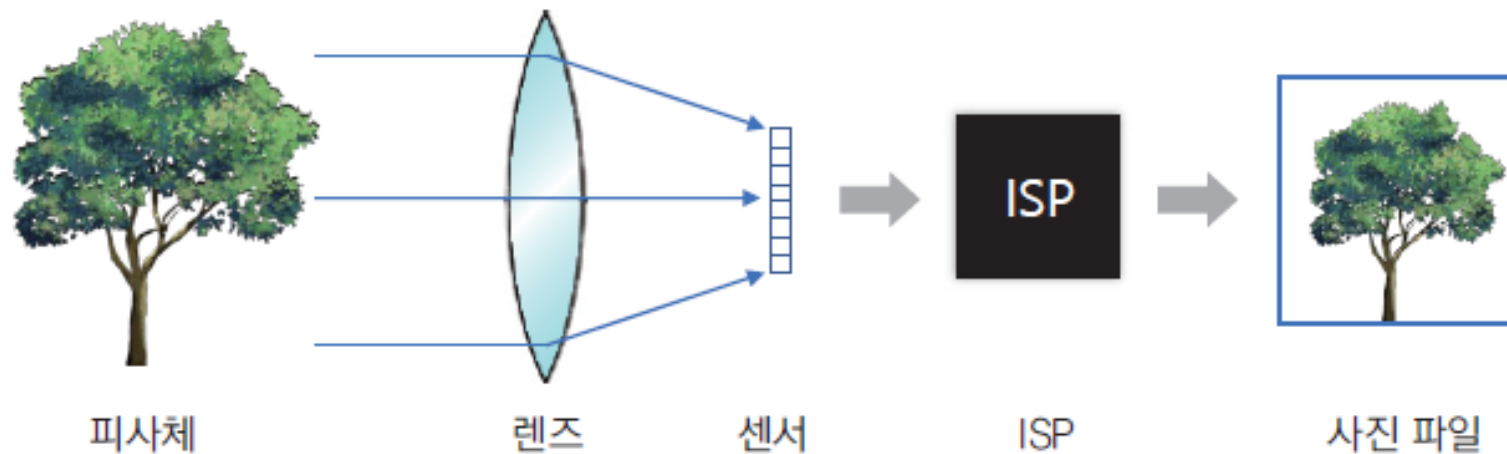
▼ 그림 1-3 디지털 카메라에서 영상 획득 과정



❖ 영상의 획득과 표현 방법 (2/9)

- 렌즈는 카메라 바깥으로부터 들어온 빛을 굴절시켜 **이미지 센서**(image sensor)로 모아 주는 역할을 함
- 이미지 센서는 빛을 전기적 신호로 변환하는 **포토 다이오드**(photodiode)가 2차원 평면상에 배열되어 있는 장치임
- 렌즈에서 모인 빛이 이미지 센서에 닿으면 이미지 센서에 포함된 포토 다이오드가 빛을 전기적 신호로 변환함

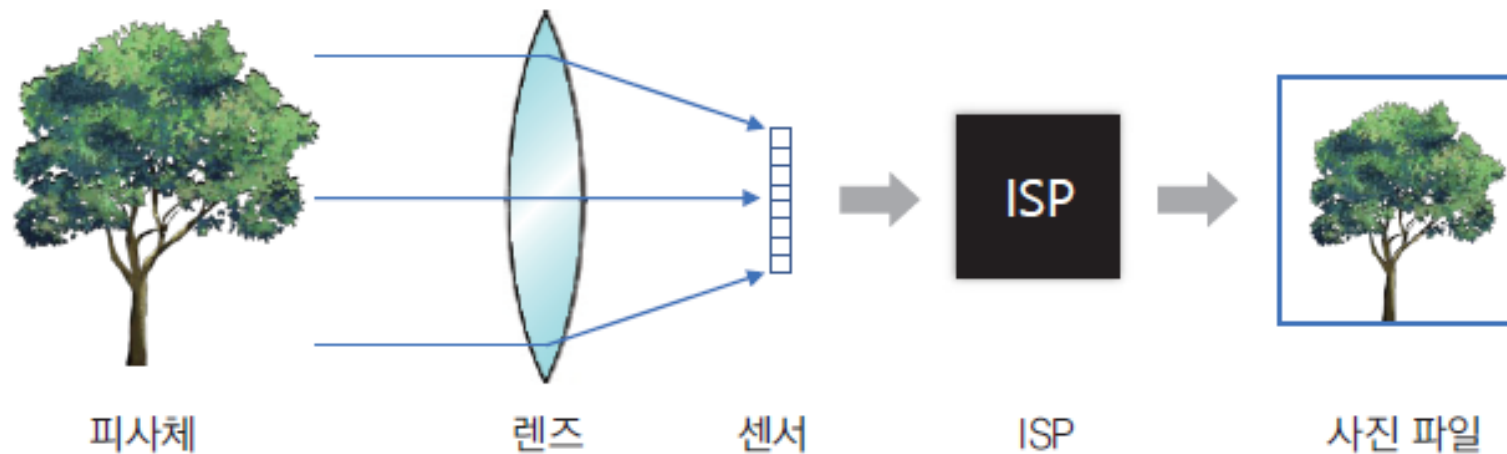
▼ 그림 1-3 디지털 카메라에서 영상 획득 과정



❖ 영상의 획득과 표현 방법 (3/9)

- 빛을 많이 받은 포토 다이오드는 큰 신호를 생성함
- 빛을 적게 받은 포토 다이오드는 작은 크기의 신호를 생성함으로써 명암이 있는 2차원 영상을 구성함
- **포토 다이오드에서 생성된 전기적 신호**는 아날로그-디지털 변환기(ADC, Analog-to-Digital Convertor)를 거쳐 **디지털 신호로 바뀌게 됨**

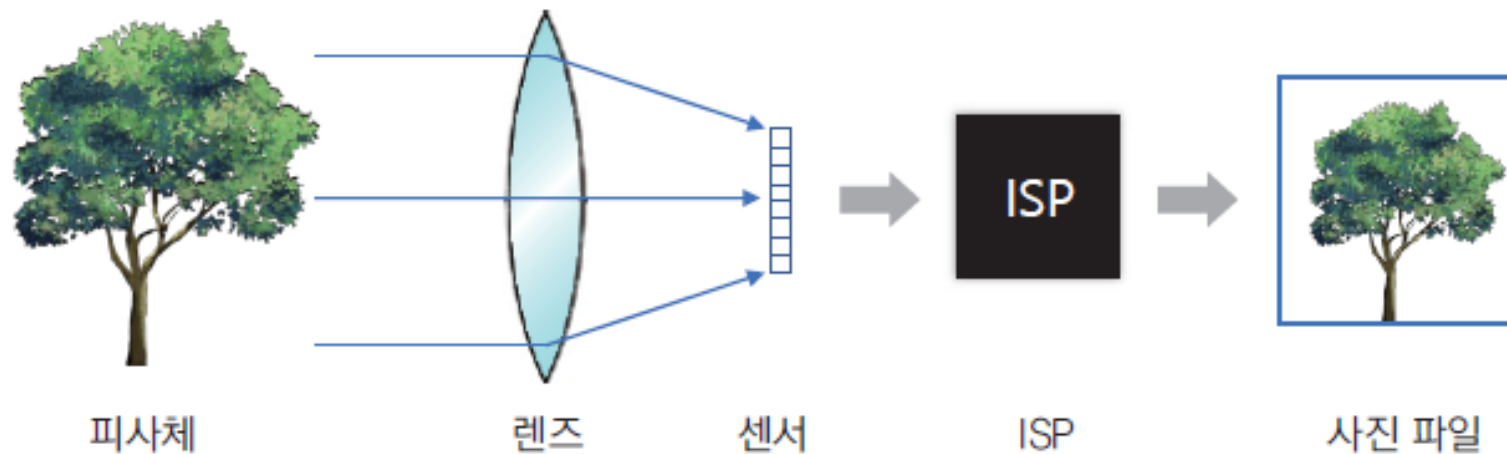
▼ 그림 1-3 디지털 카메라에서 영상 획득 과정



❖ 영상의 획득과 표현 방법 (4/9)

- 이 디지털 신호는 다시 카메라의 **ISP**(Image Signal Processor) 장치로 전달됨
- ISP 장치는 화이트밸런스 조정, 색 보정, 잡음 제거 등의 기본적인 처리를 수행한 후 **2차원 디지털 영상을 생성함**
- 구성된 영상은 곧바로 컴퓨터로 전송되거나 또는 **JPG, TIFF 등의 영상 파일 형식으로 변환되어 저장됨**

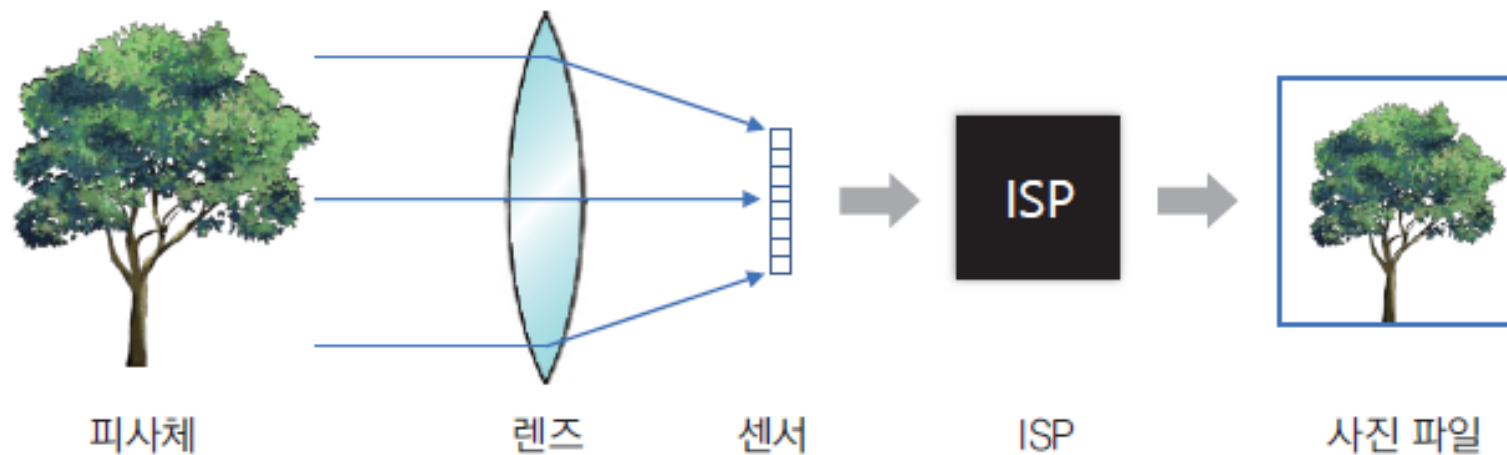
▼ 그림 1-3 디지털 카메라에서 영상 획득 과정



❖ 영상의 획득과 표현 방법 (5/9)

- 일반적인 디지털 카메라에서 사진을 촬영하는 과정

▼ 그림 1-3 디지털 카메라에서 영상 획득 과정



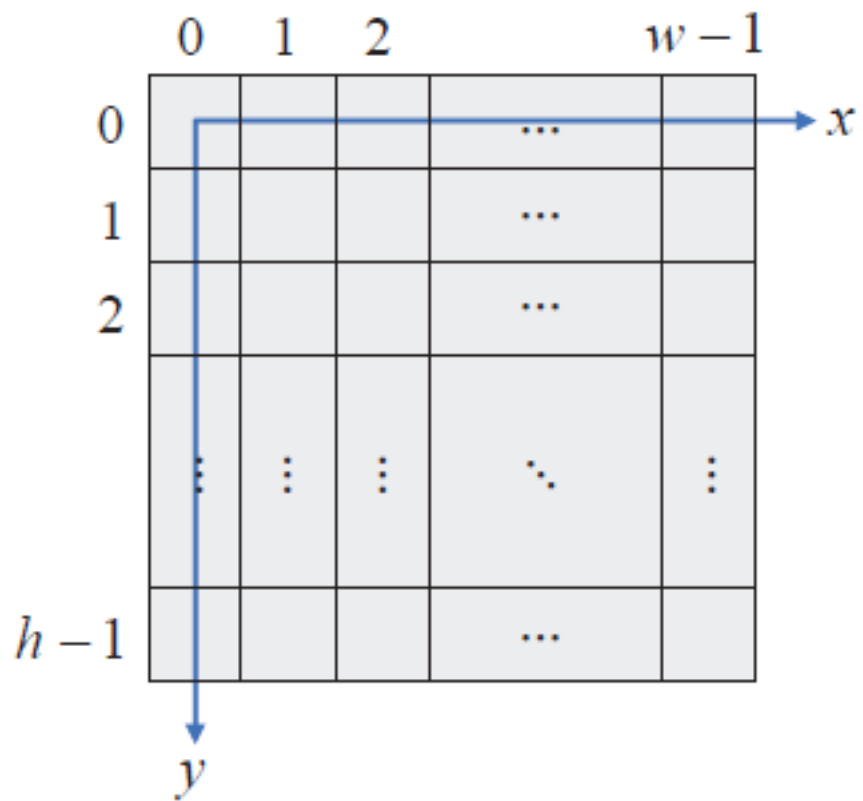
❖ 영상의 획득과 표현 방법 (6/9)

- 영상을 구성하는 최소 단위를 **픽셀(pixel)**이라고 함
- 픽셀은 사진(picture)과 요소(element)를 뜻하는 영단어로부터 유래되었으며 **화소(畵素)**라고도 부름
- 흔히 카메라 스펙을 나타내는 용어 중에 '2000만 화소'라는 말은 2000만 개의 픽셀로 이루어진 사진을 촬영할 수 있음을 의미함
- 하나의 픽셀은 하나의 밝기 또는 색상을 표현하며, 이러한 픽셀이 모여서 2차원 영상을 구성함
- **영상은 픽셀이 바둑판처럼 균일한 격자 형태로 배열되어 있는 형태로 표현함**
- 좌표의 시작을 0부터 표현하는 방식을 0-기반(zero-based) 표현이라고 부르며, 보통 컴퓨터에서 많이 사용하는 방식임

❖ 영상의 획득과 표현 방법 (7/9)

- 표시한 영상은 가로 크기가 w 이고, 세로 크기가 h 인 영상임

▼ 그림 1-4 디지털 영상 표현과 좌표계



❖ 영상의 획득과 표현 방법 (8/9)

- 영상을 수식으로 설명할 때에는 보통 함수의 형태를 사용함
- 즉, x 좌표와 y 좌표를 입력으로 받고 해당 위치에서의 픽셀 값을 출력으로 내보내는 함수 형태로 영상을 표현할 수 있음
- 영상은 2차원 평면 위에 픽셀 값이 나열된 형태이기 때문에 영상을 2차원 행렬로 표현할 수도 있음
- 실제로 몇몇 영상 처리 알고리즘은 행렬 이론을 이용하여 컴퓨터 비전 문제를 해결하기도 함

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,N} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M,1} & a_{M,2} & \cdots & a_{M,N} \end{bmatrix}$$

❖ 영상의 획득과 표현 방법 (9/9)

- 아래 행렬에서 소문자 $a_{j,i}$ 는 j 번째 행, i 번째 열에 위치한 행렬 원소를 나타냄
- 만약 행렬 A 가 영상을 나타내는 경우라면 $a_{j,i}$ 는 (j,i) 좌표에 위치한 픽셀을 나타냄
- 행렬에서 행 번호 j 는 xy 좌표 공간에서 y 좌표에 해당하고, 열 번호 i 는 x 좌표에 해당함
- 행렬은 수학적 표현이므로 행과 열 번호가 0부터 시작하지 않고 1부터 시작하는 형태로 표기

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,N} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M,1} & a_{M,2} & \cdots & a_{M,N} \end{bmatrix}$$

❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (1/8)

- 컴퓨터 비전 분야에서는 주로 **그레이스케일 영상**(grayscale image)과 **트루컬러 영상**(truecolor image)을 사용함
- 그레이스케일 영상은 흑백 사진처럼 **오직 밝기 정보만으로 구성된 영상을 의미**하며, 회색조 영상이라고도 함
- 반면에 컬러 사진처럼 **다양한 색상을 표현할 수 있는 영상**을 트루컬러 영상이라고 함
- 예전에는 256개 이하의 색상으로 구성된 컬러 영상과 구분하기 위하여 트루컬러라는 표현을 쓰곤 했지만, 요즘에는 굳이 트루컬러라는 용어 대신 그냥 컬러 영상이라고 부르기도 함

❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (2/8)

▼ 그림 1-5 그레이스케일 영상과 트루컬러 영상의 예



(a)



(b)

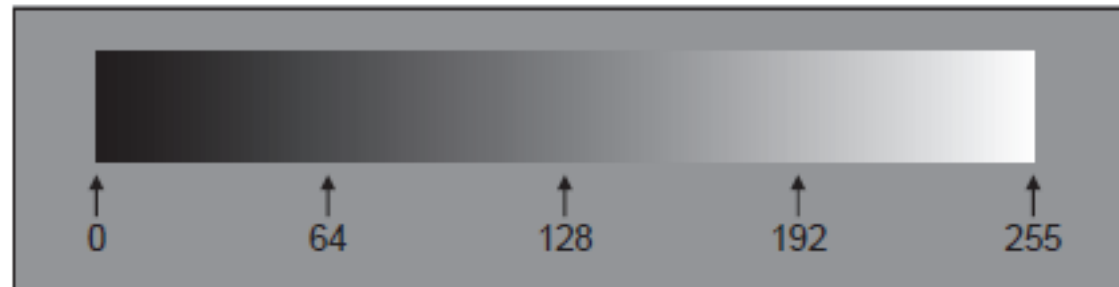
❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (3/8)

- 그레이스케일 영상은 **밝기 정보를 256단계로 구분하여 표현**함
- 그레이스케일 영상에서 하나의 픽셀은 **0부터 255 사이의 정수 값**을 가질 수 있으며,
0은 가장 어두운 검은색을 표현하고 255는 가장 밝은 흰색을 표현함
- 그레이스케일 영상에서 픽셀이 가질 수 있는 값의 범위를 **그레이스케일 레벨(gray scale level)**이라고 함
- 즉, 그레이스케일 레벨은 0부터 255 사이의 정수 범위를 의미함

❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (4/8)

- 배경은 그레이스케일 중간값인 128로 설정하였고, 중앙에 검은색에서 흰색으로 변하는 부분이 그레이스케일 값을 밝기로 표현한 부분임

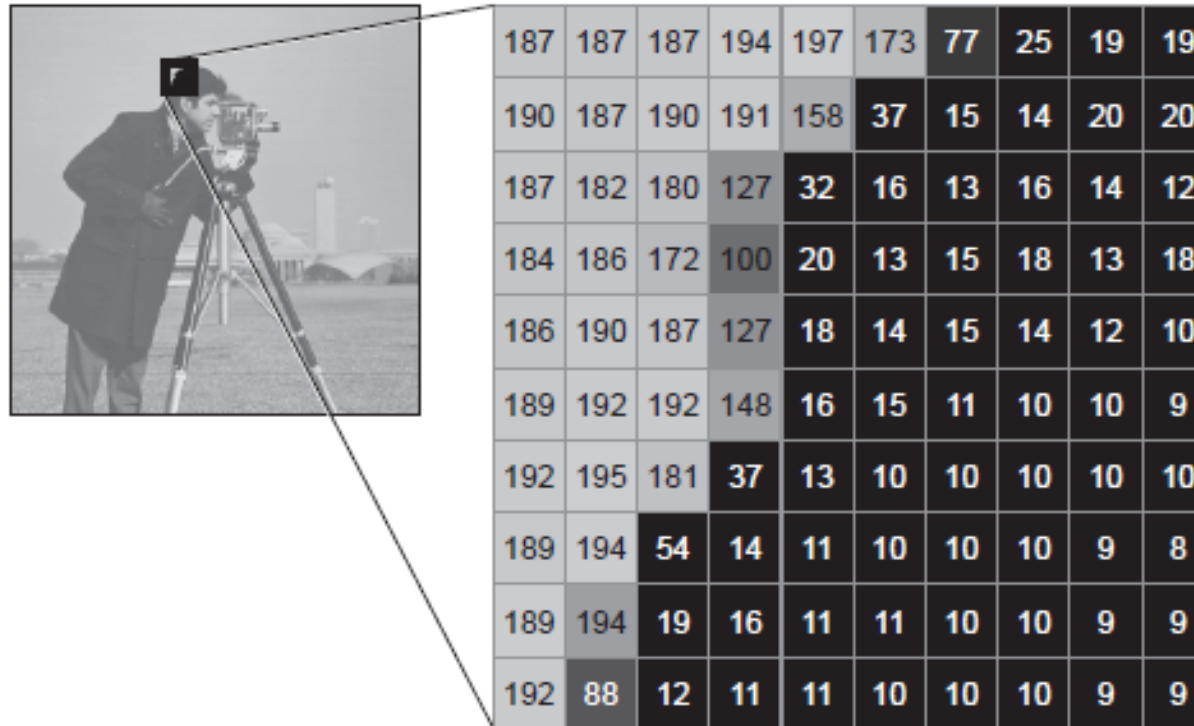
▼ 그림 1-6 그레이스케일 값에 따른 밝기 변화



❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (5/8)

- 영상에서 밝은 영역의 픽셀은 큰 그레이스케일 값을 가지고, 어두운 영역의 픽셀은 상대적으로 작은 그레이스케일 값을 가짐

▼ 그림 1-7 그레이스케일 영상에서 픽셀 값 분포



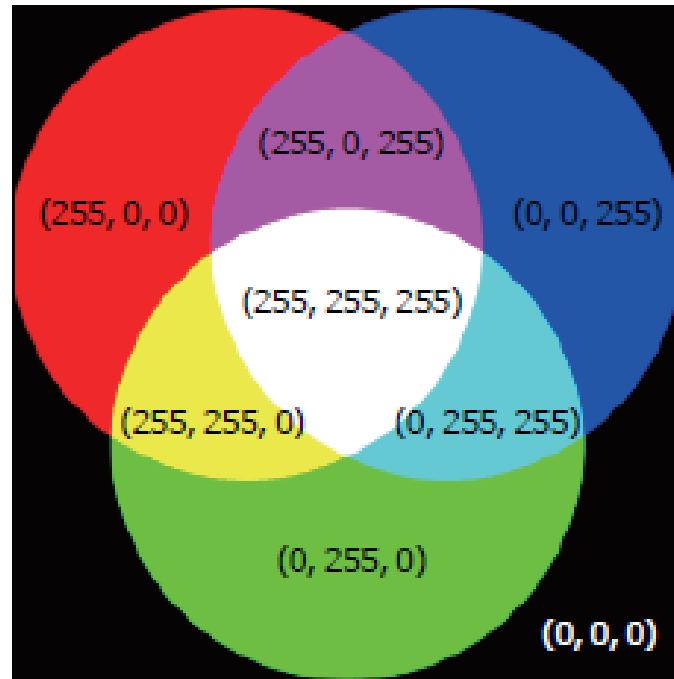
❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (6/8)

- 트루컬러 영상은 보통 **R, G, B 세 개의 색상 성분 조합으로 픽셀 값을 표현함**
- 여기서 R은 빨간색(red), G는 녹색(green), B는 파란색(blue)을 나타냄
- **각 색상 성분은 0부터 255 사이의 정수 값으로 표현**
- 0은 해당 색상 성분이 전혀 없음을 의미하고 255는 해당 색상 성분이 가득 차 있음을 의미함

❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (7/8)

- R, G, B 색상 성분의 조합으로 표현할 수 있는 대표적인 색과 색상 성분 값을 나타냄

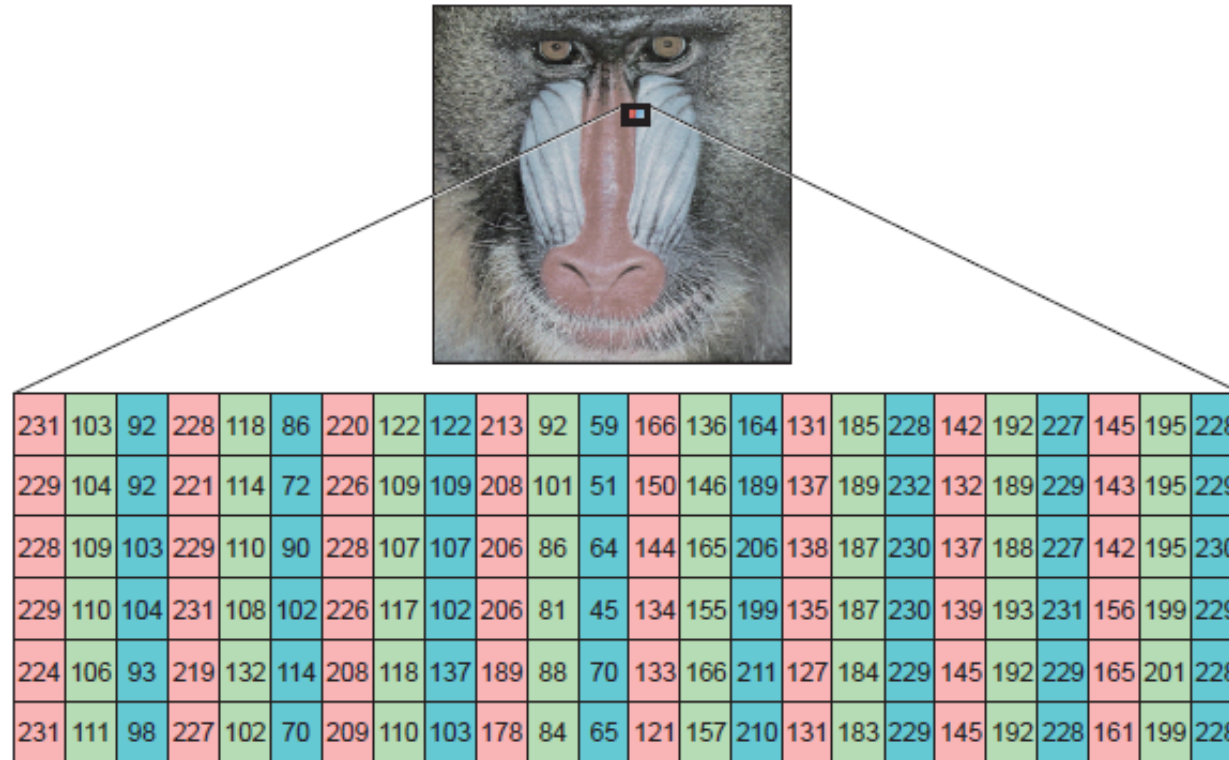
▼ 그림 1-8 대표적인 색상과 (R, G, B) 색상 성분 표시



❖ 그레이스케일 영상과 컬러 영상 (8/8)

- 테스트 영상으로 사용한 맨드릴(mandrill) 원숭이는 포유류 중에서는 흔치 않게 화려한 색상의 얼굴을 가지고 있음

▼ 그림 1-9 트루컬러 영상에서 픽셀 값 분포



THANK YOU!

Q & A

- Name: 권범
- Office: 동양미래대학교 2호관 704호 (02-2610-5238)
- E-mail: bkwon@dongyang.ac.kr
- Homepage: <https://sites.google.com/view/beomkwon/home>