

디지털 영상처리

Chapter 02 디지털 영상

학습목표

- ▶ 영상을 표현하는 빛과 색의 원리를 이해한다.
- ▶ 영상을 인식하는 눈의 구조를 파악하여 영상처리의 효율성을 증대시키는 방안을 모색한다.
- ▶ 다양한 컬러 모델을 이해한다.
- ▶ 디지털 영상의 생성 과정을 학습한다.
- ▶ 디지털 영상의 특성을 파악하고 영상처리 방법을 이해한다.
- ▶ 디지털 영상처리에서 사용되는 디지털 영상의 종류를 알아본다.

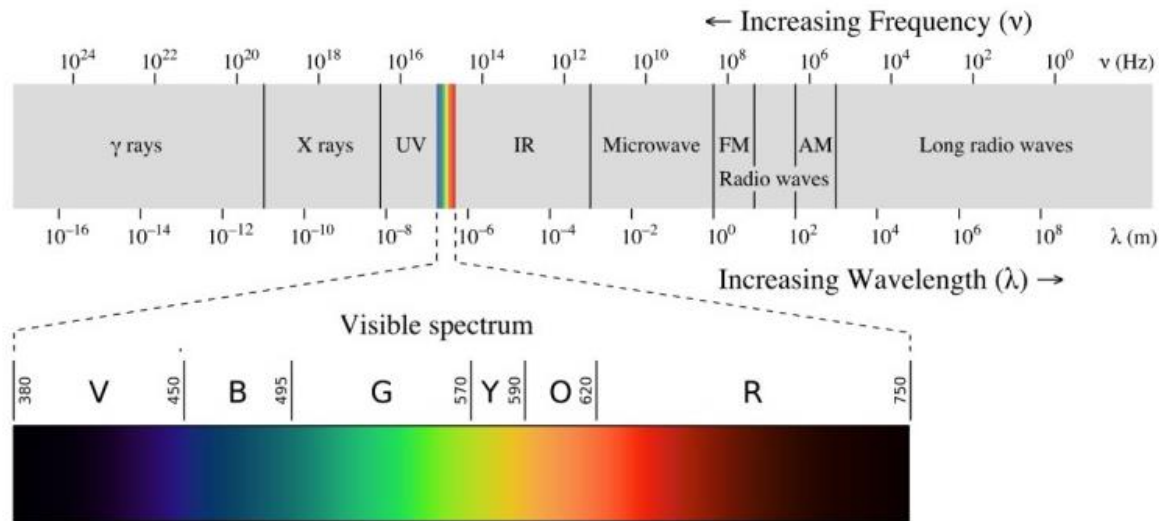
빛과 색

■ 빛

빛과 색

■ 빛

- 사람이 볼 수 있는 일정 범위의 파장을 가진 전자기파
 - 좁은 의미의 빛 : 가시광선
 - 넓은 의미의 빛 : 모든 종류의 전자기파를 포함



전자기파 스펙트럼 (출처: Wikipedia, @CC BY-SA 3.0)

■ 빛과 색의 관계

- 빛을 통해 인간이 감지하는 느낌으로 표현 가능
- 인간이 인지하는 색은 조명, 물체의 특성 및 인간 눈의 특성에 따라 다르게 인지

빛과 색, 시각

■ 빛과 색

- 가시광선 (Visible rays)
 - 인간이 볼 수 있는 빛의 영역
 - 인간은 가시광선으로 색(Color)을 인식함
 - 파장의 길이에 따라 성질이 변화하여 각각의 색깔로 나타나는데, 빨강색에서 보라색으로 갈수록 파장이 짧아짐



400nm

500nm

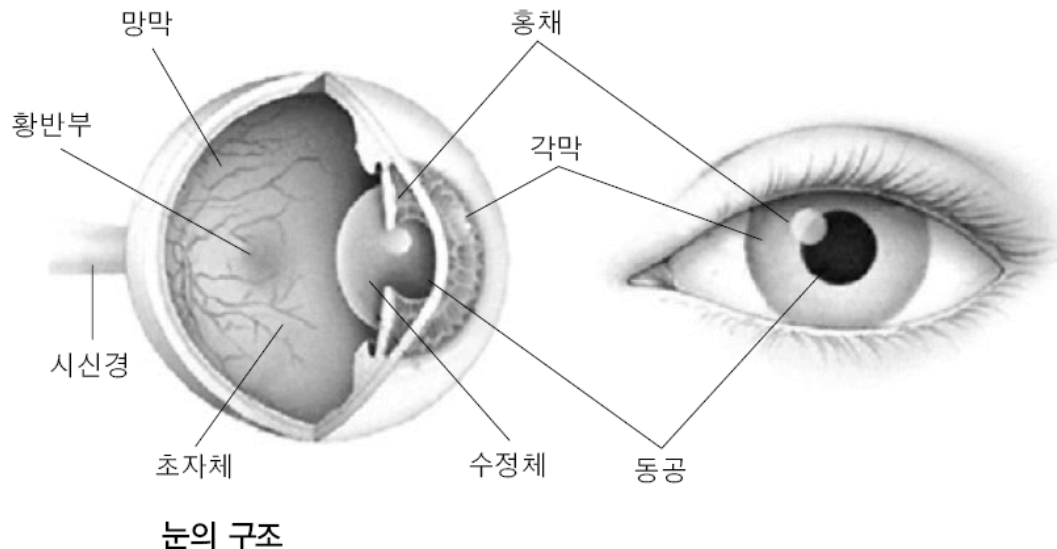
600nm

700nm

가시광선 스펙트럼

눈의 구조

- 각막 (Cornea): 안구 보호. 눈으로 들어오는 광선의 초기 초점을 형성
- 홍채 (Iris): 들어오는 빛의 양 조절
- 수정체 (the eye lens) : 상을 망막에 맺게 하는 볼록 렌즈 역할. 초점 길이 조절 기능
- 망막(Retina) : 영상을 감지하는 기관. 간상체와 원추세포 분포
 - 간상세포 : 약 1억 개. 빛의 밝기에 민감하지만 색을 잘 구분하지 못함
 - 원추세포 : 약 600만 개. 세 종류의 시색소가 색에 따라 다르게 반응
- 황반(Yellow spot) : 망막에서 가장 깊이 들어간 곳에 있음



빛과 색

■ 인간의 색 인지

■ 광원

- 가시광선에서 각 파장의 빛의 양에 따라 색이 결정

■ 물체

- 파장의 반사 계수에 따라 반사

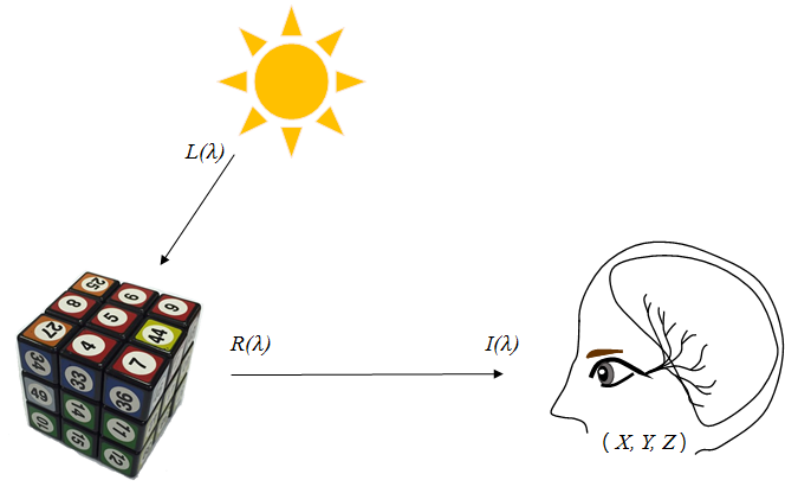
■ 사람의 눈

- 물체에서 반사 된 빛을 인지

■ 인간의 눈으로 입력되는 스펙트럼

- $I(\lambda) = L(\lambda) \times R(\lambda)$

- $L(\lambda)$: 광원
- $R(\lambda)$: 반사계수
- $I(\lambda)$: 반사 스펙트럼



인간이 색을 인지하기 위한 필수 3요소-광원, 물체, 눈

- 파장별로 입사되는 에너지 반사계수에 따라 일부만이 눈으로 입사
- $I(\lambda)$ 는 인간의 시각 세포에 따라 다른 응답 특성을 가짐

영상의 인식

■ 영상

- 일반적 의미
 - 가시광선을 센싱하여 자연 세계의 광학 현상을 2차원 이상의 데이터로 표현한 것
- 넓은 의미
 - 가시광선 영역 외의 범위를 센싱한 영상
 - 컴퓨터 그래픽을 이용하여 생성한 영상

영상의 인식

■ 인식

영상의 인식

■ 인식

- 인간이 인지하는 시각
 - 3차원 공간에 존재하는 빛이 눈으로 입력되어 뇌가 인지하는 모든 과정
- 인식 단계
 - 감각 단계
 - 외부 빛이 눈의 렌즈를 통해 망막의 신경 세포에서 전기적 신호로 변환 후 신경계를 통해 뇌로 보내지는 단계
 - 선택 단계
 - 보고자 하는 대상을 분리하는 단계
 - 지각 단계
 - 기억 데이터를 근거로 대상을 이해하여 지각하는 단계

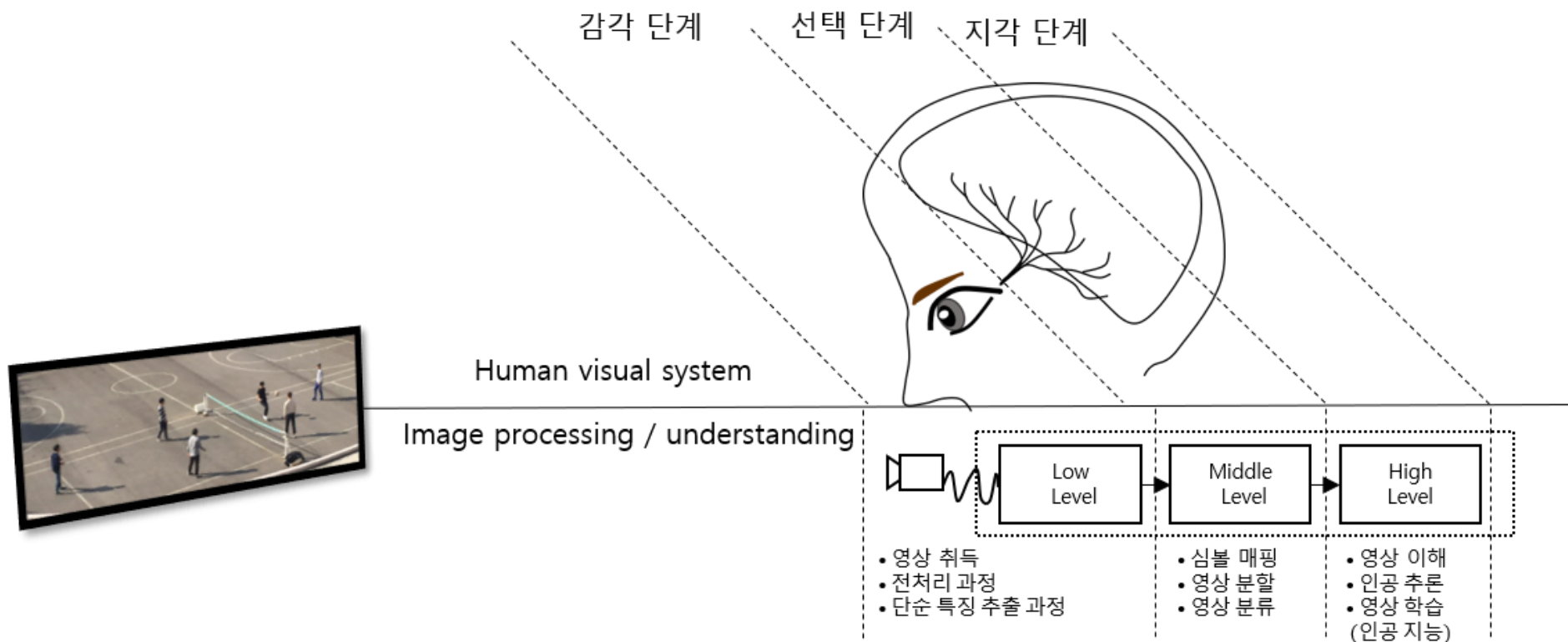
영상의 인식

■ 디지털 영상처리의 단계

- 저수준 영상처리
 - 디지털 영상 획득, 포맷에 맞춰 저장
- 중간 수준 영상처리
 - 영상 분할, 심볼 매핑 등 특별 목적에 따라 영상을 가공하는 과정
- 고수준 영상처리
 - 영상 해석, 영상 인식

영상의 인식

■ 디지털 영상처리의 단계



인간이 영상을 인지하고 처리하는 단계 비교

시각

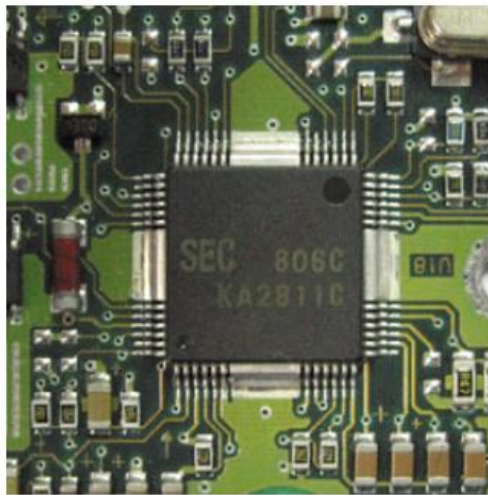
■ 컬러 디지털 영상과 흑백 디지털 영상으로 구분

■ 흑백 디지털 영상

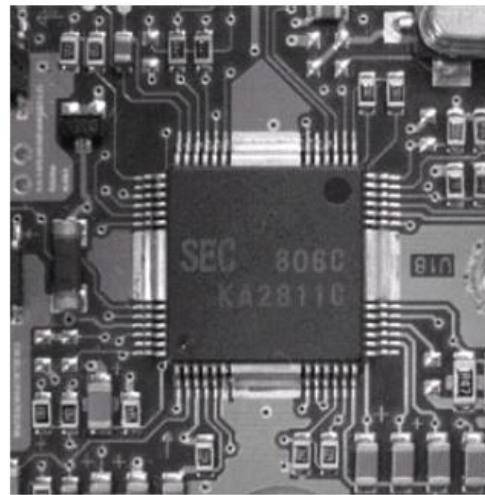
- 이진 영상(검정색, 흰색으로 구성)과 그레이 레벨(Gray-Level) 영상(검정색, 회색, 흰색으로 구성) 분류

■ 컬러 디지털 영상

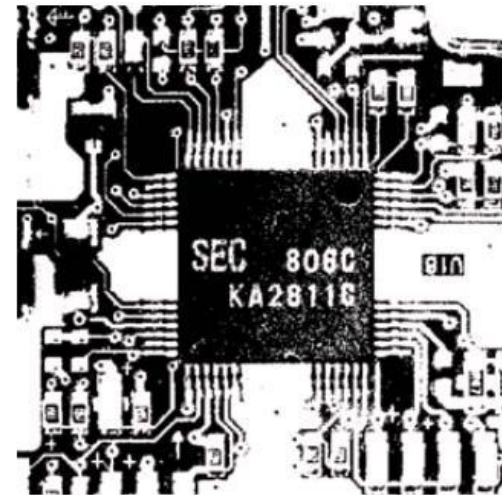
- 색 정보를 세 가지 시각 변수(색상, 채도, 명도)로 인식
- 색상+채도=색도(Chromaticity)



(a) 컬러 영상



(b) 그레이 레벨 영상



(c) 이진 영상

컬러 영상, 그레이 레벨 영상, 이진 영상

대비(Contrast)

- 디지털 영상에서 명도의 관계를 나타내는 것
- 가장 어두운 영역부터 가장 밝은 영역까지의 범위를 나타냄

$$Contrast = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

- 인간의 지각 작용이 단순한 명도보다는 명도의 대비에 더 민감
- 동시적 대비는 명도의 느낌이 배경의 명도에 크게 의존함.

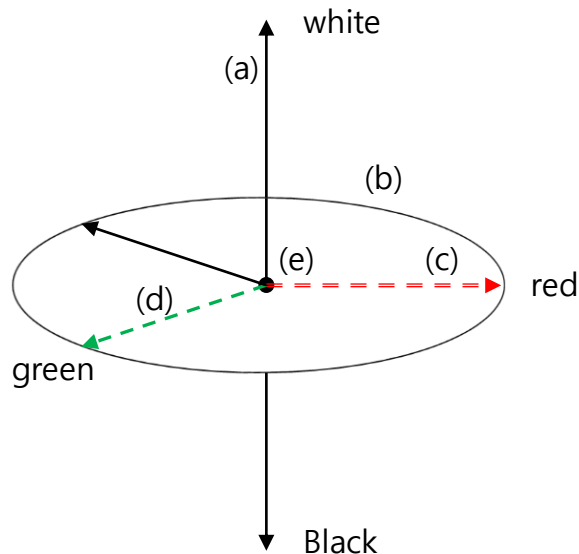


동시적 대비

빛과 색

■ 색의 3 속성

- 밝기(Brightness)
 - 특정 광원으로부터 발산되는 빛의 세기에 대한 시각, 지각적 정도
- 색상(Hue)
 - 빨강, 파랑과 같이 색의 질을 나타내는 속성
- 채도(Saturation)
 - 색의 맑고 탁한 정도



- 밝기 (a)
 - 상하 방향으로 흰색에서 검정색으로 변화를 통해 밝기 값을 표현
- 색상
 - 축 (a)와 직교하는 원판 (b)안에서의 직선으로 표현
 - c, d와 같이 원판의 중심 (e)로부터 원판 상에서 특정 방향으로 향하는 직선
- 채도
 - 원판의 중심(e)로 부터 떨어진 정도를 통해 표현
 - 중심에서 멀어질수록 채도가 높아진다.

색의 3속성을 이용한 색 표현

컬러 모델

■ 색의 특징을 설명하기 위한 수학적 방법

- 완벽한 컬러모델은 만드는 것은 불가능
- 응용에 따라 다양한 컬러모델이 존재
 - RGB
 - 컬러 모니터, TV, 디스플레이 장치 등에서 사용
 - CMYK
 - 컬러 인쇄, 출판 분야
 - HSI
 - 인간의 색채 지각 능력 표현하는 응용
 - YCbCr
 - 영상 압축

컬러 모델

■ RGB 컬러 모델

- R(빨강), G(녹색), B(파랑) 3요소를 이용하여 다른 색을 정의
- 빛의 삼원색을 이용

■ 특징

- 취득 및 출력 관점에서 신호의 표현이 용이
- 인지시각, 영상 압축, 인지 해석과 같은 응용에는 부적합

■ 응용

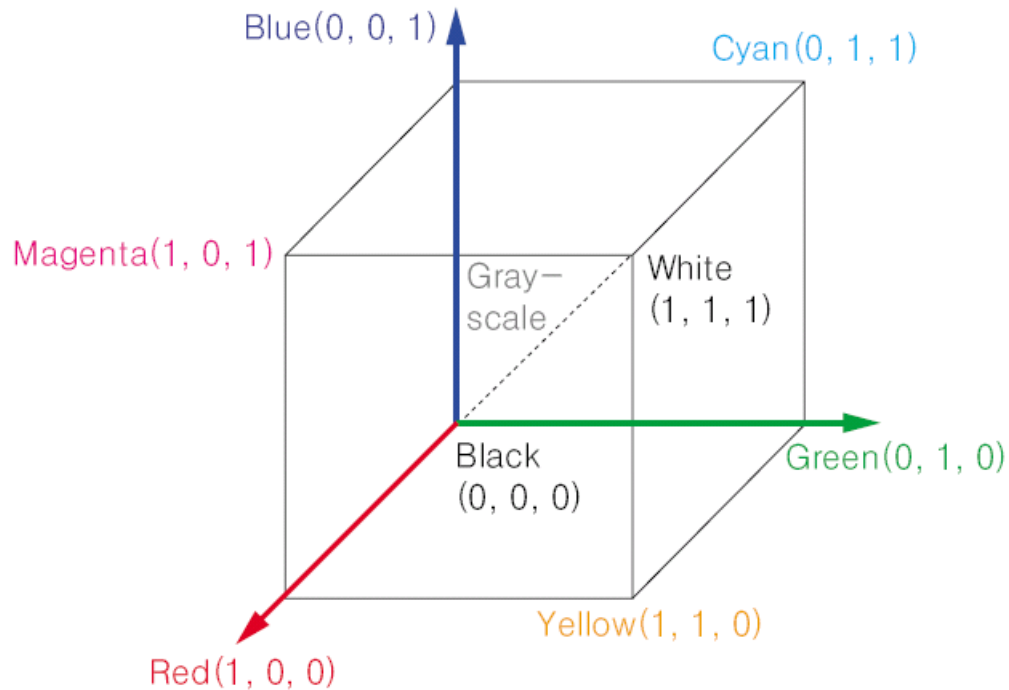
- 컬러 모니터, 컬러 TV 등 빛을 이용한 색 표현 디스플레이 장치

컬러 모델

■ RGB, CMY(K), HSI, YCrCb, YUV 등이 있음

■ RGB 컬러 모델

- Red, Green, Blue 세 가지 색상 값을 이용해 색 표시



RGB 컬러 모델

컬러 모델

■ RGB 컬러 모델의 디지털 영상 표현

- R, G, B 성분 영상의 결합
- 각 성분 영상들은 동일한 비트 심도(bit-depth)로 구성
 - R: 8-비트, G: 8-비트, B: 8-비트 영상일 경우, 컬러 영상은 24-bit 영상



(a) RGB 컬러 영상



(b) Red 채널 영상



(c) Green 채널 영상

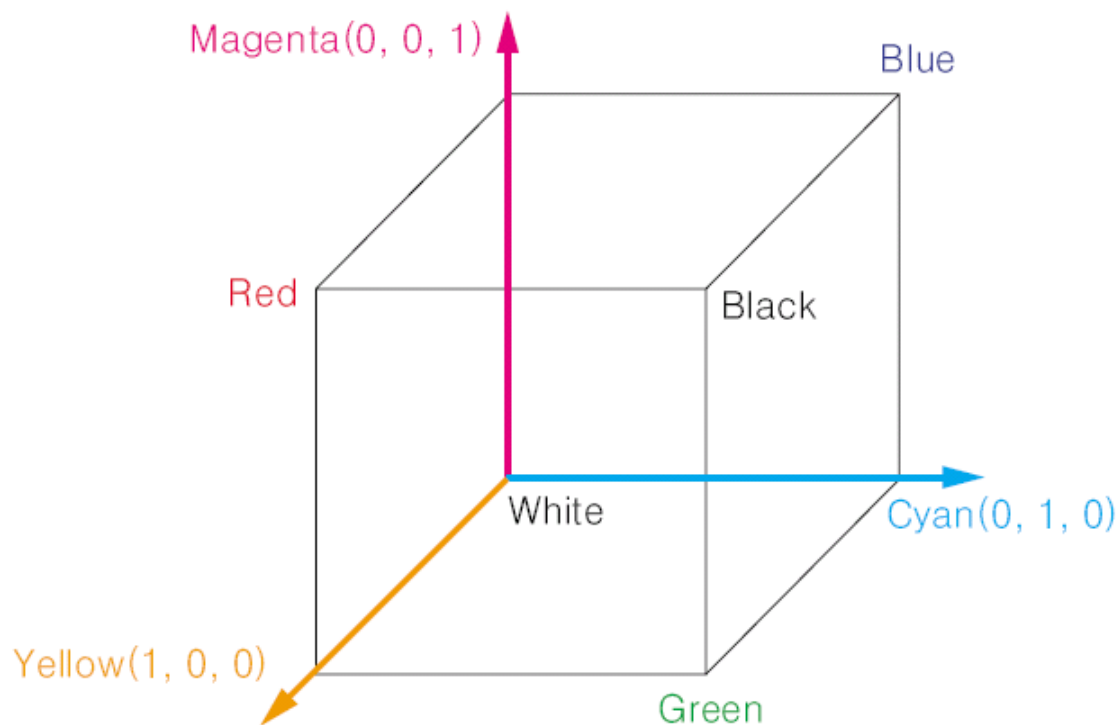


(d) Blue 채널 영상

RGB 컬러 모델에서 영상의 채널별 결합과 분해

CMY 컬러 모델

- 청록색(Cyan), 자홍색(Magenta), 노랑색(Yellow)을 기본색으로 사용
- RGB 컬러 모델에서 대각선으로 마주보는 색의 모양을 서로 바꿔 놓은 것 처럼 보임



CMY 컬러 모델

CMY 컬러 모델(계속)

- C, M, Y 세 가지 색을 더하면 검정색(1, 1, 1)이 되어 색의 밝기가 낮아지는 감산체계(Subtractive System) 사용



(a) CMY 컬러 영상



(b) Cyan 채널 영상



(c) Magenta 채널 영상



(d) Yellow 채널 영상

컬러 영상에서 CMY 채널 분리

CMY 컬러 모델(계속)

- RGB 컬러와는 정반대 공간에 위치하므로, 청록색-빨강색, 자홍색-초록색, 노랑색-파란색은 보색(Complement) 관계

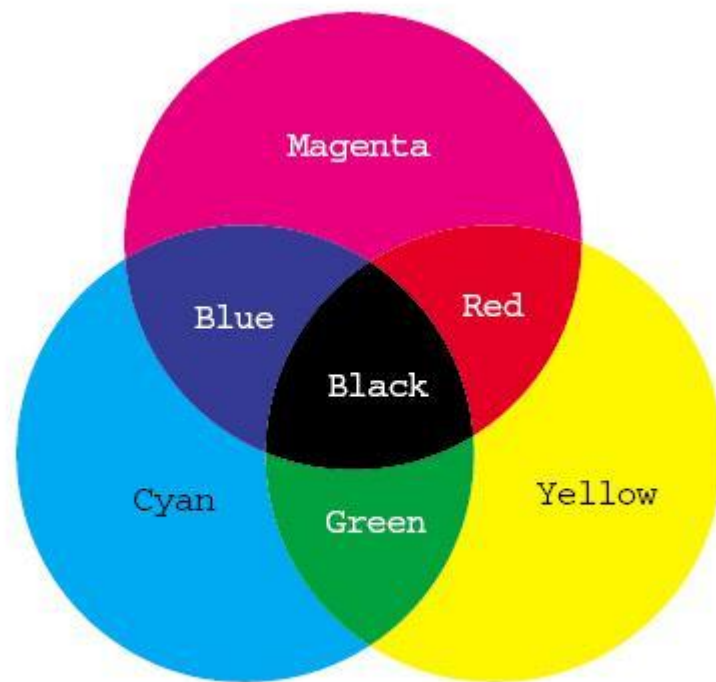
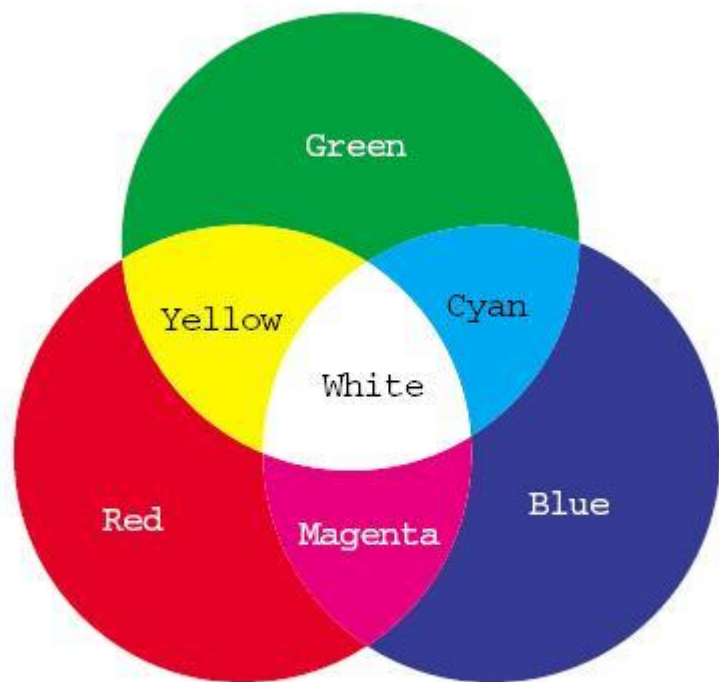
- RGB → CMY상으로 변환

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- CMY → RGB 상으로 변환

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

컬러 모델의 가산과 감산체계



컬러 모델의 가산과 감산체계

컬러 모델

■ YCbCr 컬러 모델

■ 개념

- 인간의 눈이 명도에 민감하고 색도 성분에 덜 민감한 시각적 특성을 이용
- 휘도 성분과 색차 성분으로 구성
 - 휘도 : Luminance (Y)
 - 색채 : Chrominance (Cb, Cr)

■ 응용

- 영상 압축, 디지털 영상 처리 등

■ 특성

- 절대적인 색 공간이 아니며, RGB 컬러 성분에 의존적

■ 컬러 모델간 변환

- RGB -> YCbCr

$$\begin{aligned}Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\Cb &= -0.169R - 0.331G + 0.500B \\Cr &= 0.500R - 0.419G - 0.0813B\end{aligned}$$

- YCbCr -> RGB

$$\begin{aligned}R &= 1.000Y + 1.402Cr + 0.000Cb \\G &= 1.000Y + 0.714Cr - 0.344Cb \\B &= 1.000Y + 0.000Cr + 1.772Cb\end{aligned}$$

컬러 모델

■ YCbCr 컬러 모델의 채널별 영상 결합과 분해



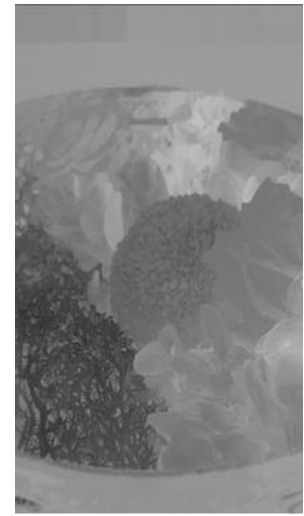
(a) YCbCr 컬러 영상



(b) Y 채널 영상



(c) Cb 채널 영상



(d) Cr 채널 영상

YCbCr 컬러 모델에서 영상의 채널별 결합과 분해

YIQ와 YUV 컬러 모델

■ YCrCb 컬러 모델과 거의 유사

■ YIQ 방식

- 북미와 우리나라의 텔레비전 방송 표준 방식인 NTSC 시스템에서 사용

■ YUV 방식

- 유럽의 텔레비전 방송 표준 방식인 PAL 시스템에서 사용

■ 색의 밝기 성분인 명도 Y와 색상 성분인 IQ나 UV 분으로 분해됨.

■ 압축해도 화질이 떨어지지 않는 것은 YCrCb와 똑같으며, 흑백 텔레비전 과도 호환됨.

■ 텔레비전 방송에서 컬러와 흑백을 동시에 수행하면 흑백 텔레비전은 명 도 성분의 Y만으로 방송이 가능함

YIQ와 YUV 컬러 모델(계속)

■ RGB→YIQ 공식(YIQ 구하기)

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$I = 0.596R - 0.274G - 0.322B$$

$$Q = 0.211R - 0.523G - 0.312B$$

■ YIQ → RGB 공식

$$R = -1.129Y + 3.306I - 3.000Q$$

$$G = 1.607Y - 0.934I + 0.386Q$$

$$B = 3.458Y - 3.817I + 5.881Q$$

📍 RGB→YUV 공식(YUV 구하기)

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = -0.147R - 0.289G + 0.437B$$

$$V = 0.615R - 0.515G - 0.100B$$

📍 YUV → RGB 공식

$$R = 1.000Y + 0.000U + 1.403V$$

$$G = 1.000Y - 0.344U - 0.714V$$

$$B = 1.000Y + 1.773U + 0.000V$$

컬러 모델



(a) 컬러 영상



(b) Y 채널 영상



(c) I 채널 영상



(d) Q 채널 영상

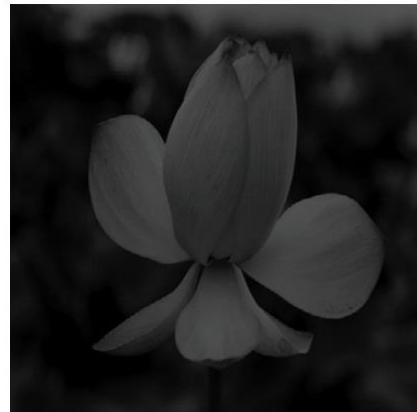
컬러 영상에서 YIQ 채널 분리



(a) 컬러 영상



(b) Y 채널 영상



(c) U 채널 영상



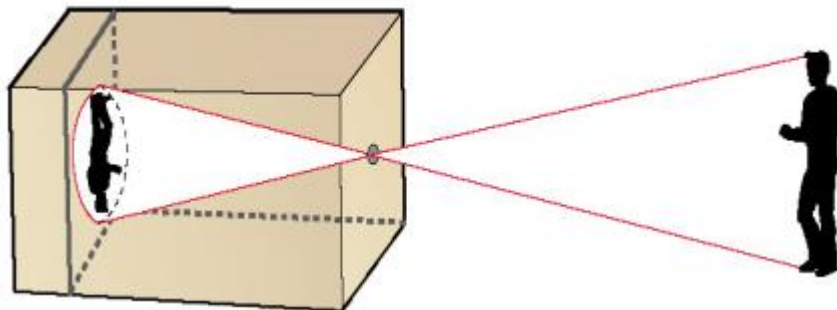
(d) V 채널 영상

컬러 영상에서 YUV 채널 분리

취득과 표현

■ 영상 취득 단계

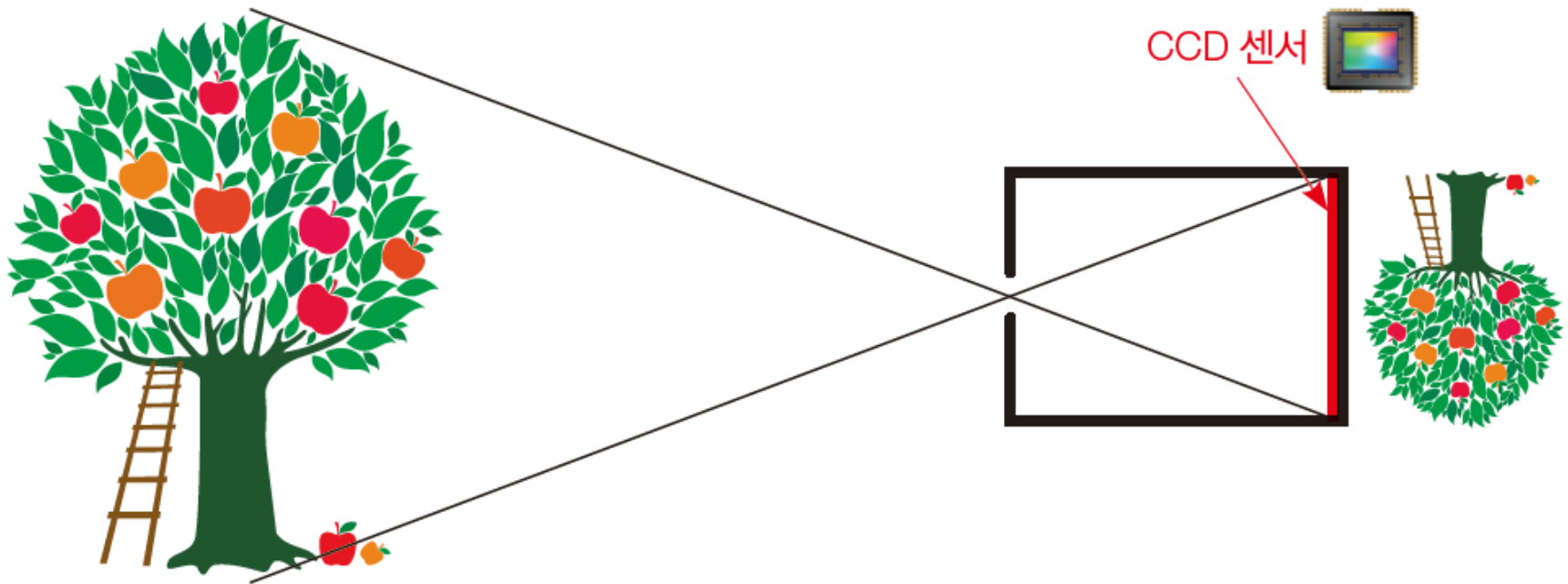
- 광원을 통해 생성된 빛이 물체에서 반사, 투영 된 빛을 취득 장치가 취득
 - 광원 : 스스로 빛을 생성하는 물체
 - 태양, 형광등, 전등, 네온사인 등
 - 취득 장치
 - 렌즈를 통해 들어온 빛이 센서에 맺히면서 전기적 신호로써 영상을 생성
- 카메라 모델
 - 원근 투영으로 모델화 된 핀홀 카메라 모델



영상 획득과 표현

■ 핀홀 카메라 모델

- 영상 획득 과정은 매우 복잡
- 핀홀 카메라 모델은 핵심을 설명



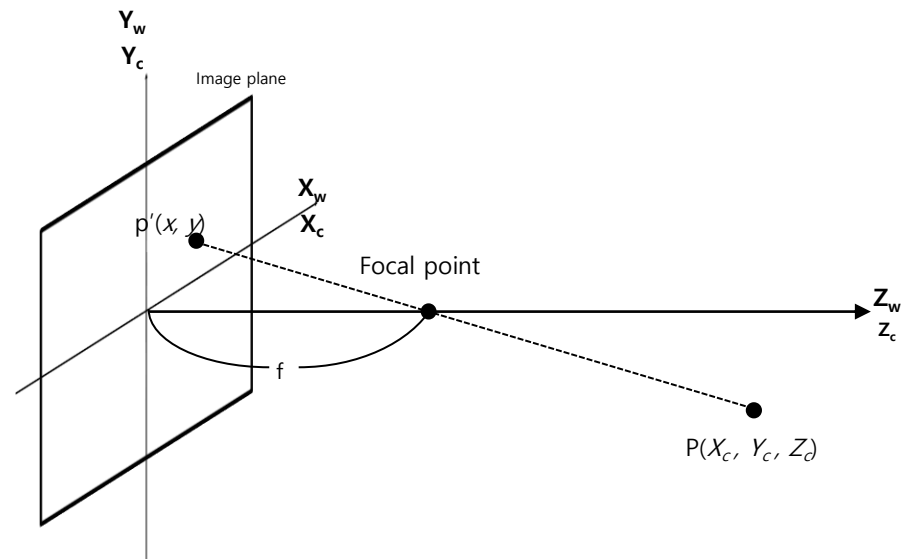
핀홀 카메라 모델과 CCD 센서

취득과 표현

■ 원근 투영 모델

■ 실제 좌표계와 카메라 좌표계의 관계

- $\frac{x}{f} = -\left(\frac{X_c}{Z_c - f}\right)$, $\frac{y}{f} = -\left(\frac{Y_c}{Z_c - f}\right)$
- $x = -\left(\frac{fX_c}{Z_c - f}\right)$, $y = -\left(\frac{fY_c}{Z_c - f}\right)$
- f : 초점 거리



원근(투시) 투영 모델

취득과 표현

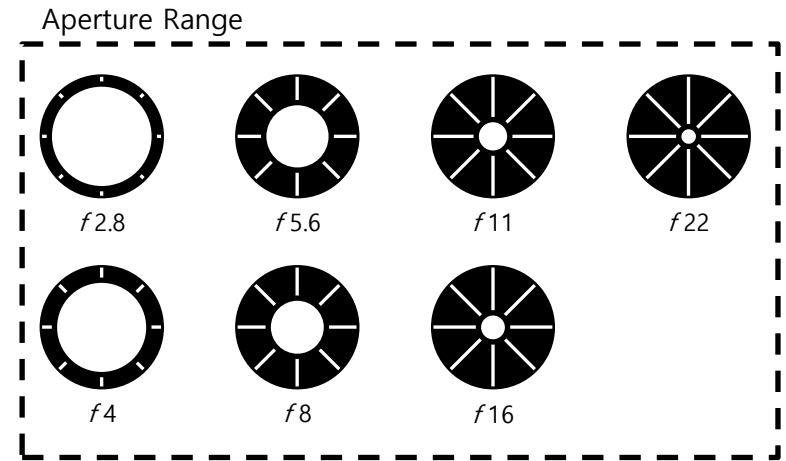
■ 영상 취득 단계의 중요 요소

■ 조리개 (Aperture)

- 들어오는 빛의 양을 조절하기 위해, 입사량에 따라 조리개의 통로의 크기를 조정
- 동공과 유사한 기능

■ 셔터

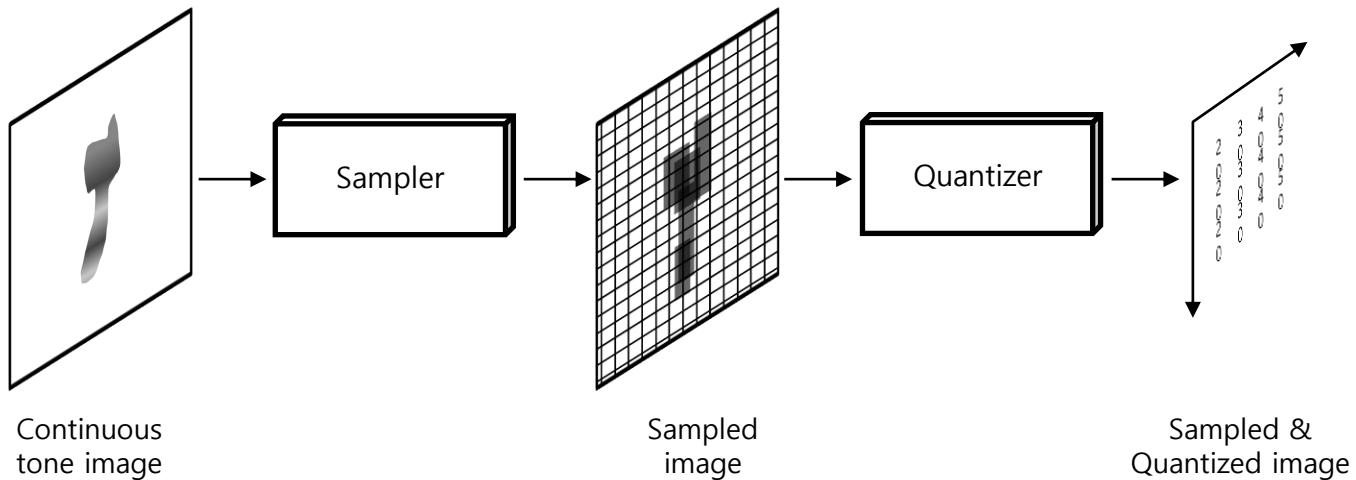
- 카메라 내에서 일정 시간 동안 빛이 통과될 수 있도록 제어
- 셔터 스피드 : 셔터가 여닫히는 시간 간격
 - 빠르다
 - » 짧은 시간동안 취득한 빛을 영상 평면에 담는다.
 - 느리다
 - » 오랜 시간동안 취득한 빛을 영상 평면에 담는다.



f값에 따른 조리개 크기

■ 영상의 디지털화

- 샘플링 및 양자화를 통한 디지털 영상 생성
 - 샘플링: 연속적인 아날로그 영상을 일정 간격으로 수치화
 - 양자화: 각 샘플의 값을 정해진 수치로 대응

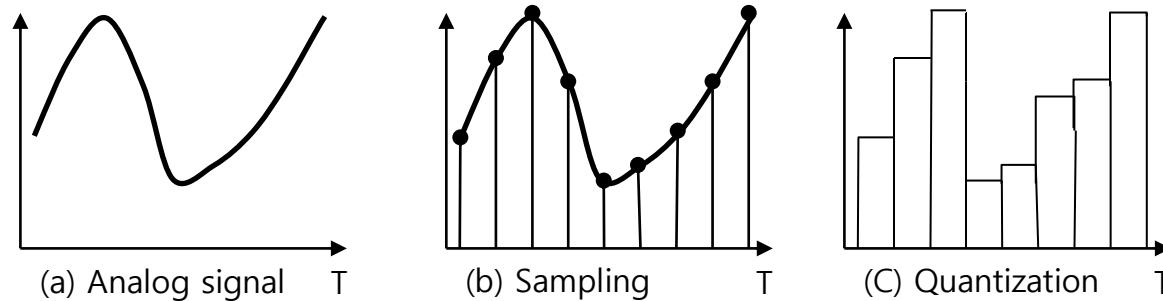


영상 디지털화 단계-샘플링과 양자화

취득과 표현

■ 샘플링

- 아날로그 신호를 디지털 영상으로 표현하기 위해 샘플링 신호로 추출
- 공간 샘플링
 - 픽셀을 하나의 데이터로 표현
- 시간 샘플링
 - 연속적인 시간을 특정 주기의 시간으로 나누어 영상을 취득

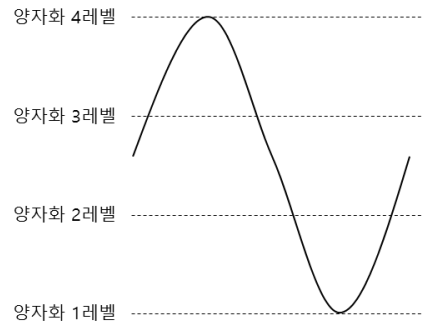


1차원 신호에 대한 샘플링과 양자화

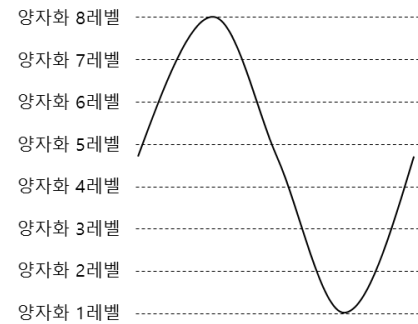
취득과 표현

■ 양자화

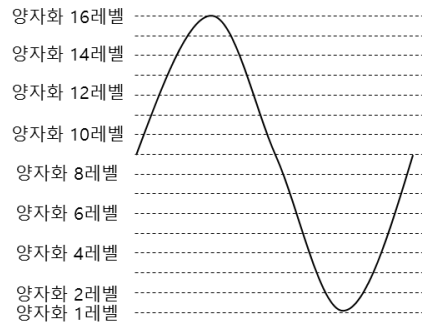
- 영상 신호의 진폭 값을 디지털화
- 샘플링 된 값을 일정 길이의 비트로 표현



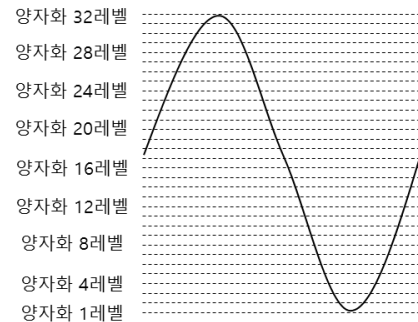
(a) 4단계: 2비트 양자화



(b) 8단계: 3비트 양자화



(c) 16단계: 4비트 양자화



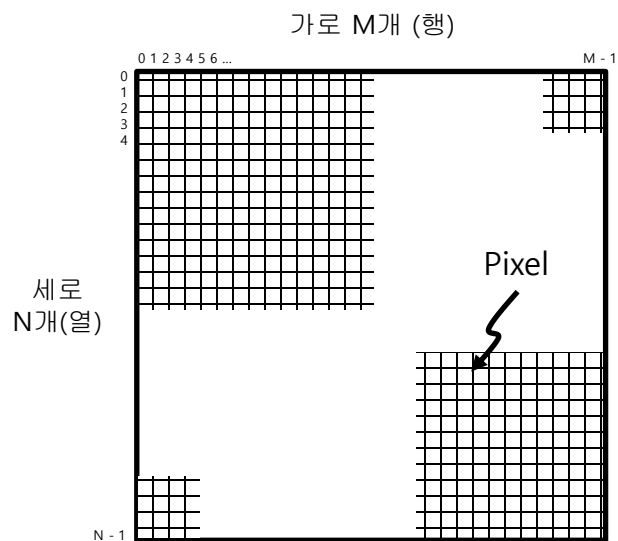
(d) 32단계: 5비트 양자화

다양한 비트 레벨에 대한 양자화

취득과 표현

■ 디지털 영상의 표현

- 픽셀
 - 디지털 영상을 구성하는 최소 단위 (화소)
- 해상도
 - 영상의 가로 길이와 세로 길이의 곱

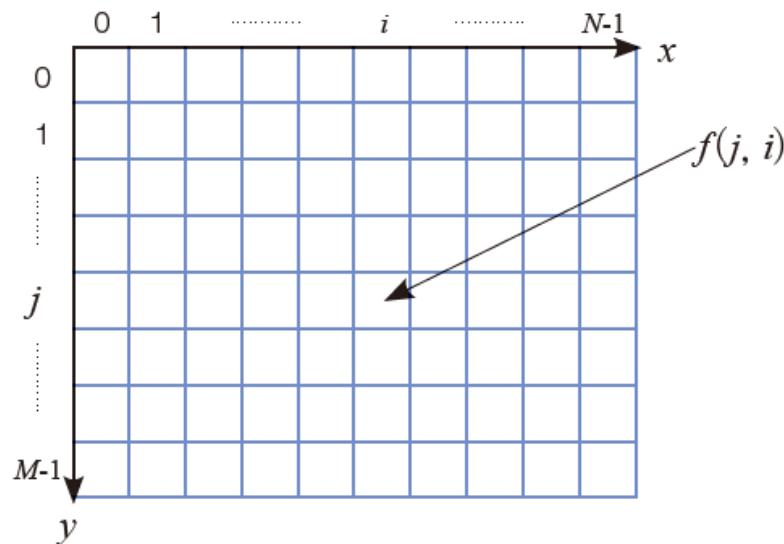


$M \times N$ 크기의 디지털 영상

영상 획득과 표현

■ 영상 좌표계

- 왼쪽 위 구석이 원점
- (y,x) 표기



디지털 영상의 좌표계

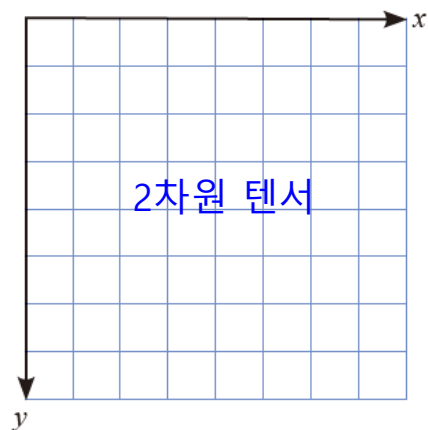
- 함수에 따라 (x,y) 표기 사용하니 주의할 필요. 예) cv.line 함수

```
cv.line(img, (10,20), (100,20), ...)
```

■ OpenCV는 numpy.ndarray로 영상 표현

- numpy.ndarray가 지원하는 다양한 함수를 사용할 수 있다는 큰 장점
- 예) min, max, argmin, argmax, mean, sort, reshape, transpose,

다양한 종류의 영상



2차원 텐서

(a) 명암 영상

농업, 군사, 우주,
기상 등에 활용

3차원 텐서

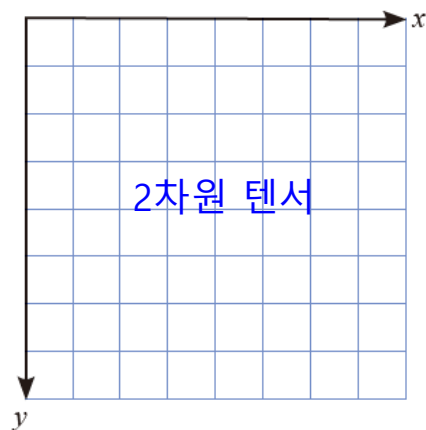


깊이(depth) 또는
레인지(range). 빛
변화에 강건

4차원 텐서

라이다로 획득

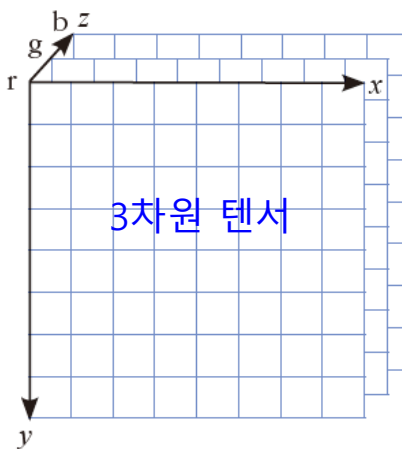
다양한 종류의 영상



2차원 텐서

(a) 명암 영상

농업, 군사, 우주,
기상 등에 활용



3차원 텐서

(b) 컬러 영상

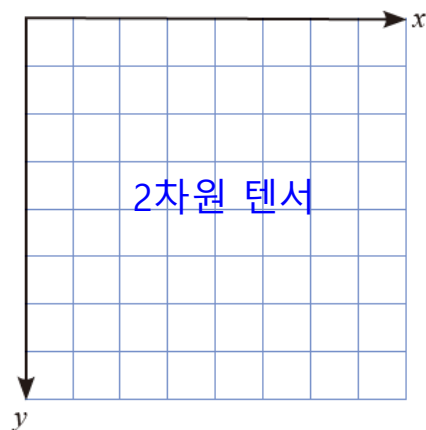


깊이(depth) 또는
레인지(range). 빛
변화에 강건

4차원 텐서

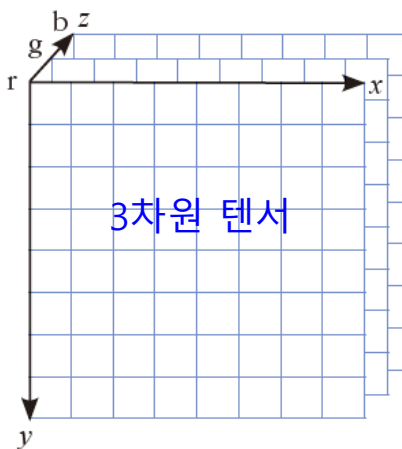
라이다로 획득

다양한 종류의 영상



(a) 명암 영상

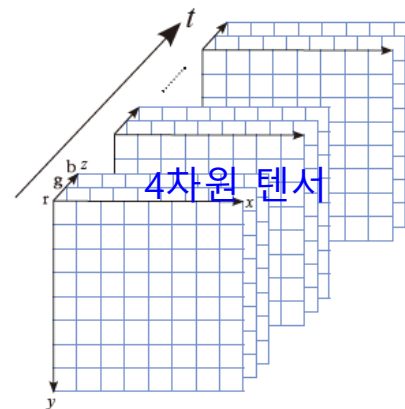
농업, 군사, 우주,
기상 등에 활용



(b) 컬러 영상



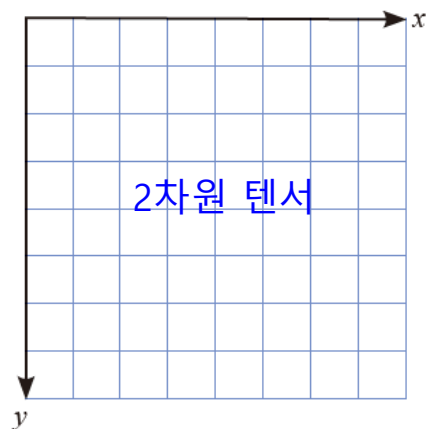
깊이(depth) 또는
레인지(range). 빛
변화에 강건



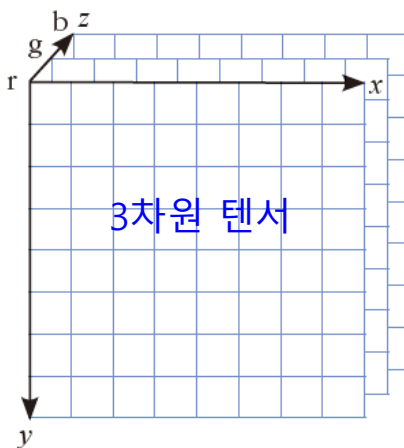
(c) 컬러 동영상

라이다로 획득

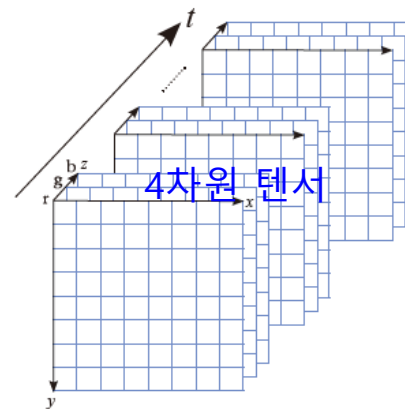
다양한 종류의 영상



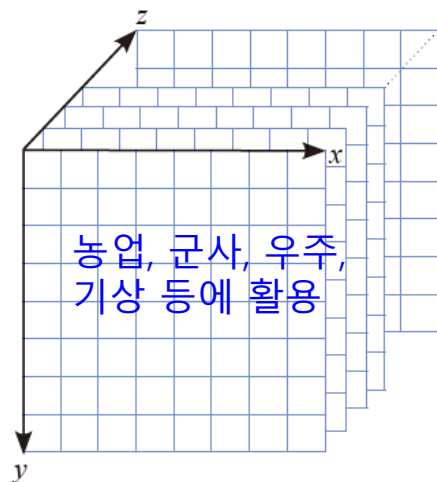
(a) 명암 영상



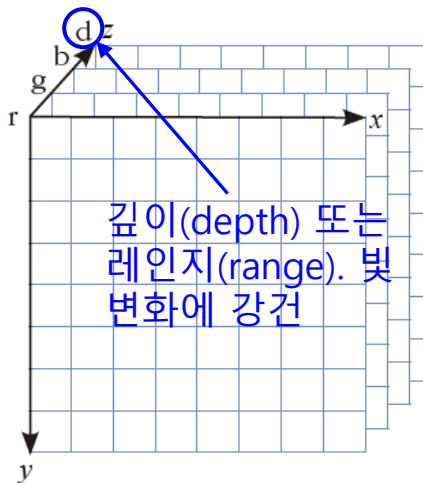
(b) 컬러 영상



(c) 컬러 동영상



(d) 다분광/초분광/MR/CT 영상



(e) RGB-D 영상



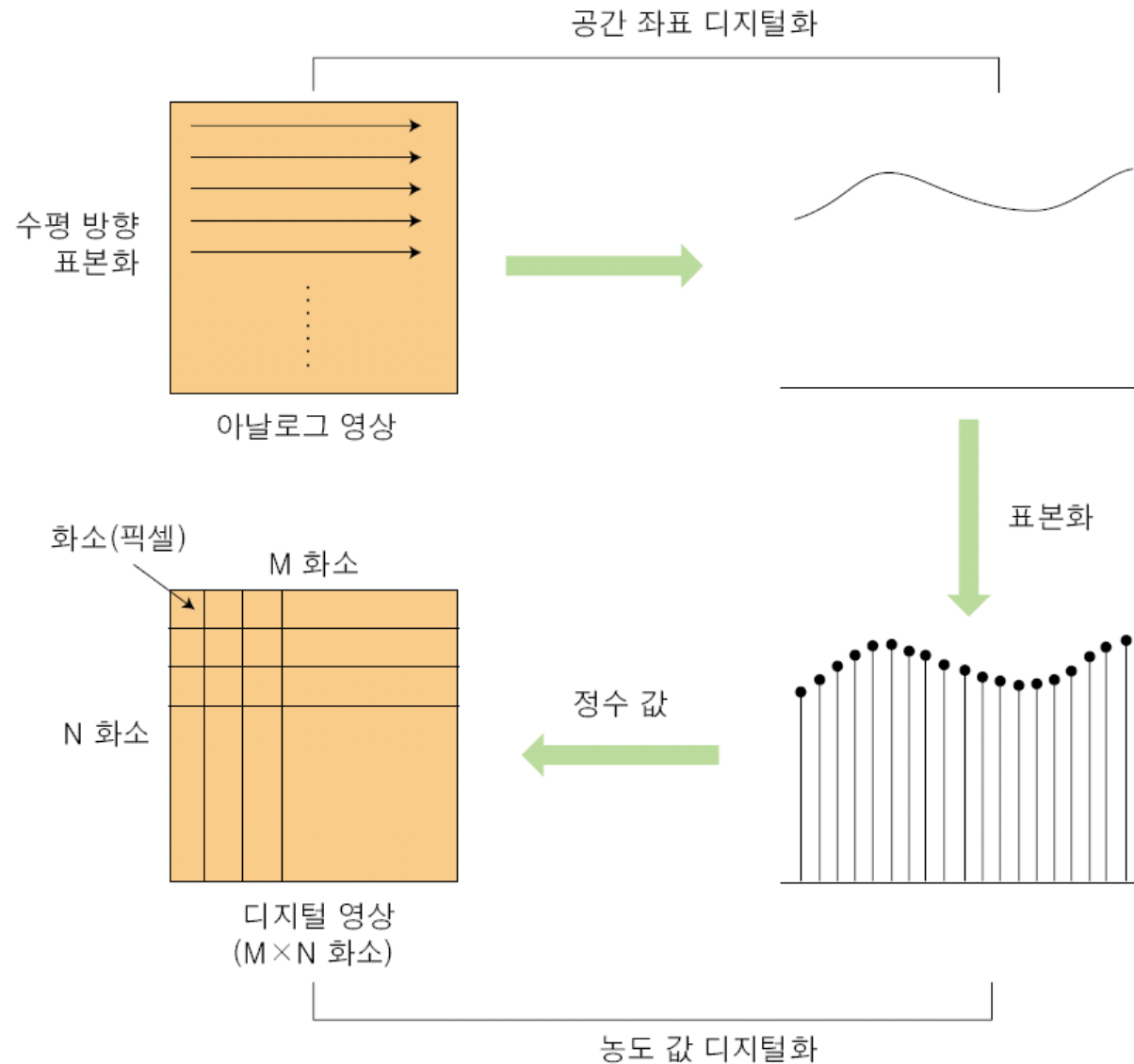
(f) 점 구름 영상

다양한 형태의 디지털 영상

영상 신호

- 가로와 세로 방향으로 차원이 두 개가 있어서 2차원 신호라고 함
- 1차원 신호를 2차원으로 확장한 신호가 영상 신호
- 아날로그 영상과 디지털 영상으로 분류됨
 - 아날로그 영상
 - 연속 색조 영상(Continuous-Tone Image)이라고 함
 - 다양한 명암과 색이 혼합되어 원래의 영상을 정확히 재현함
 - 디지털 영상
 - 아날로그 영상을 디지털화하는 과정에서 얻을 수 있음
 - 디지털화하는 과정도 표본화, 양자화, 부호화로 구성됨
 - 밝기의 불연속점으로 구성됨

영상 신호(계속)

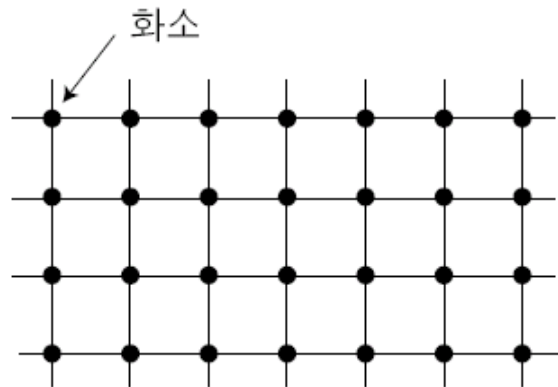


디지털 영상의 생성

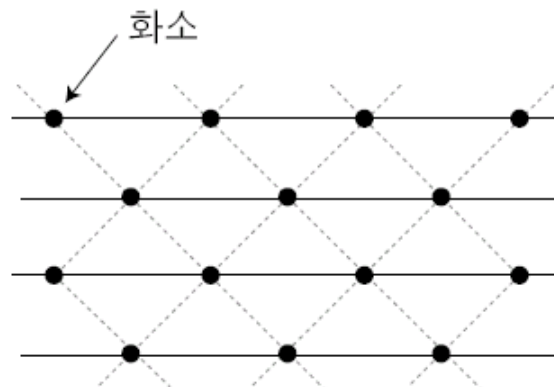
2차원 영상 신호의 표본화

- 아날로그 영상에서 공간적, 시간적으로 연속되는 밝기 강도(Intensity)의 주사선을 따라 이산적인 점을 추출하는 것
- 아날로그 영상의 연속적인 명도를 별개의 이산적인 점으로 분리함
- 표본화로 생성한 이산적인 점이 디지털 영상을 구성하는 최소 단위
 - (=화소(Picture element), 픽셀(Pixel), 펠(Pel))

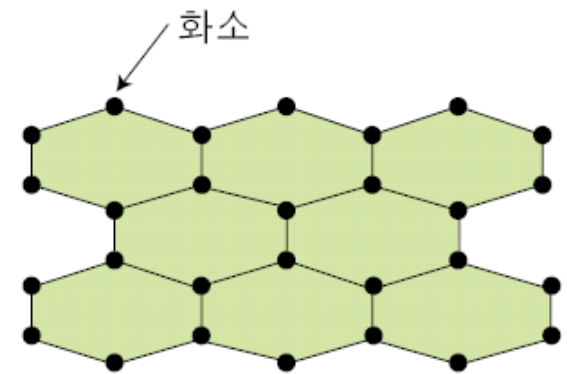
2차원 영상 신호의 표본화(계속)



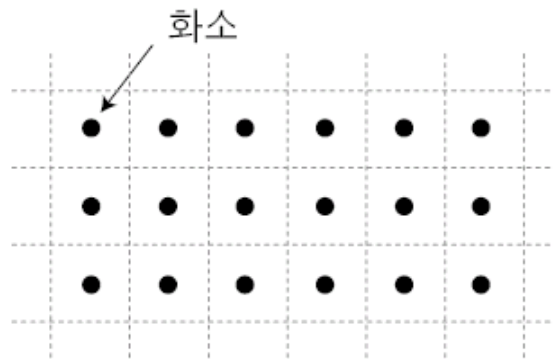
정사각형 격자



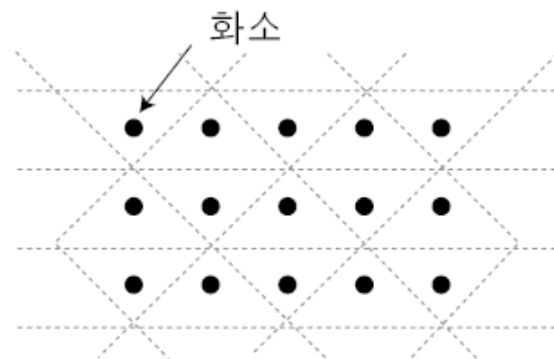
정삼각형 격자



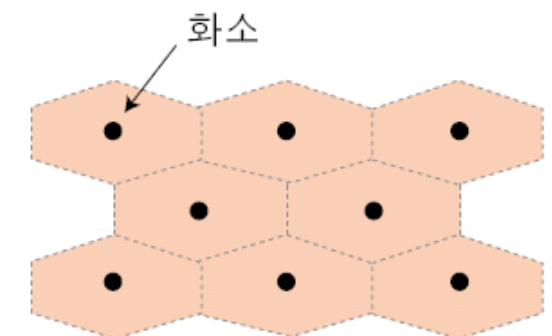
정육각형 격자



정사각형 배열



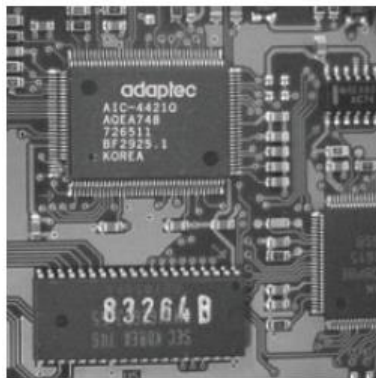
정삼각형 배열



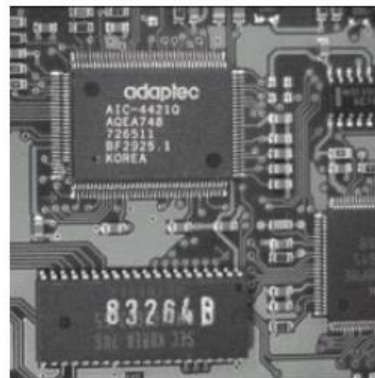
정육각형 배열

2차원 공간 영역에서 표본화와 화소를 배열하는 방법

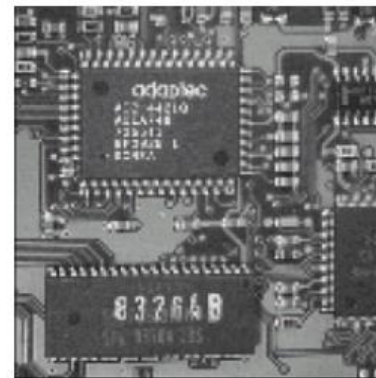
2차원 영상 신호의 표본화(계속)



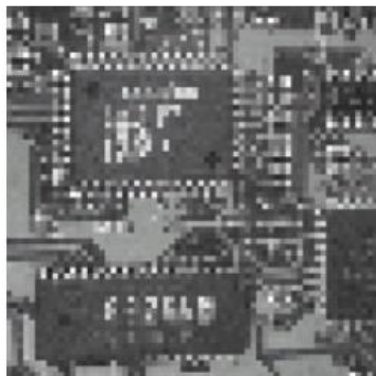
(a) 512×512



(b) 256×256



(c) 128×128



(d) 64×64



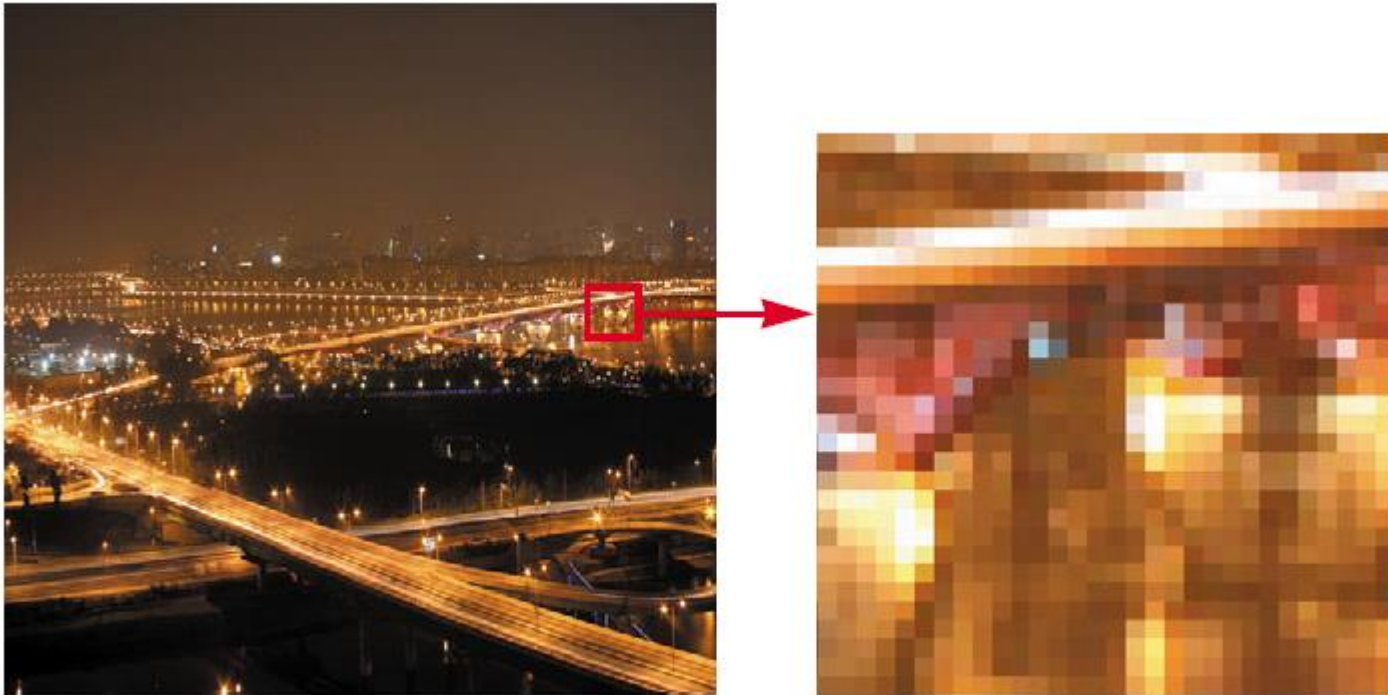
(e) 32×32

표본화 간격에 따른 영상 비교

- 표본 주기가 짧은 경우: 원래의 아날로그 영상만큼 화질이 좋으나, 디지털 데이터의 양은 많아짐.
- 표본 주기가 긴 경우: 디지털 영상의 데이터 수는 작지만 원래의 아날로그 영상에 비해 화질은 현저히 떨어짐

2차원 영상 신호에서의 부호화

- 1차원 신호에서 처럼 양자화된 화소의 밝기나 색 데이터를 이진수로 표현하는 과정
- 디지털 영상의 데이터 양은 굉장히 많으므로, 단순히 이진수로 변환하지 말고 압축 부호화를 수행해야 함.



디지털 영상에서 화소의 개념

해상도(Resolution)

■ 개념

- 아날로그 영상 요소를 분해하여 디지털로 영상화해 주는 능력
- 디지털 영상의 화질을 결정하는 데 사용하는 요소
- 공간 해상도(Spatial Resolution)와 밝기 해상도(Intensity Resolution 또는 Brightness Resolution)로 구분됨

■ 공간 해상도(Spatial Resolution)

- 디지털 영상이 몇 개의 화소로 구성되었는지를 나타냄.
- 가로축의 화소 수 X 세로축의 화소 수

■ 밝기 해상도(Intensity Resolution 또는 Brightness Resolution)

- 디지털 영상 화소의 밝기나 색 값이 얼마나 정확하게 원 영상의 명암(Intensity)을 표현할 수 있는냐를 나타냄.
- 양자화 할 때 비트 수를 어느 정도까지 사용 하느냐로 결정됨
- 양자화 비트 수는 밝기 해상도를 나타냄.

해상도(Resolution)(계속)

■ 컬러 해상도

- 컬러 영상에서도 표본화, 양자화, 공간 및 명도 해상도 개념이 똑같이 사용됨
- 표본화와 양자화로 결정하는 해상도도 이 컬러 요소 세 개의 명도 값에 따라 달라짐
- 컬러 영상의 공간 해상도와 컬러 영상의 밝기 해상도는 이 컬러 요소 세 개가 적용되어 각각 세 개씩 있음
- 컬러 요소 세 개의 공간과 밝기 해상도는 서로 다를 수 있음

디지털 영상의 종류

■ 이진 영상, 그레이 레벨 영상, 컬러 영상 등이 있음

■ 이진 영상 (Binary Image)

- 화소 값이 두 가지(검정색, 흰색)만 있는 영상
- 양자화 비트 수를 1로 하여 양자화를 수행해서 얻으므로 값이 1과 0밖에 없음

$$f(x, y) = 0, 1$$

- 값이 두 종류밖에 없어 처리 속도가 빠르다는 장점이 있음
- 경계 구분이 정확하지 않는 영상에서는 영상 정보가 손실될 수 있음
- 지문, 팩스, 문자 영상 등이 이진 영상에 해당됨

디지털 영상의 종류(계속)

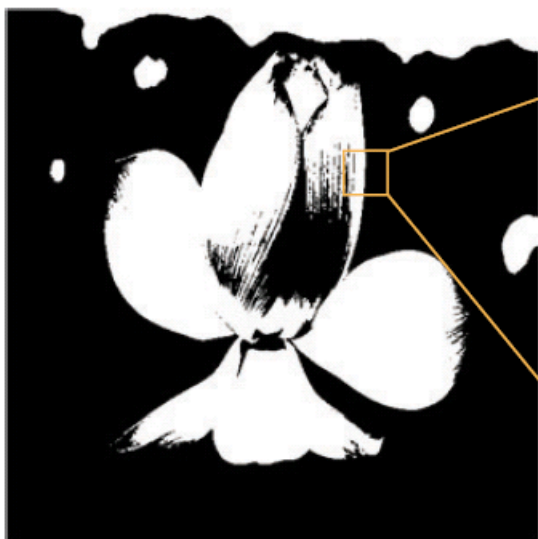
■ 그레이 레벨 영상(Gray-Level Image)

- 이진 영상보다는 더 밝음
- 각 화소의 밝기가 여러 단계로 보통 흑백 사진이 이에 해당됨
- 밝기의 단계는 검정색에서 시작해서 중간에 회색이 있고 마지막에 흰색으로 끝남
- 단계의 수는 양자화 비트 수(n)로 결정됨

$$0 \leq f(x, y) \leq 2^n - 1$$

- 디지털 영상 처리는 기본적으로 그레이 레벨 영상으로 처리함

Section 04 디지털 영상의 종류



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

이진 영상



119	119	121	121	130	139	114	71	74	74	73
119	121	121	119	129	139	114	72	75	75	74
120	120	119	119	128	139	112	72	75	76	75
121	120	119	122	130	138	109	73	76	77	76
120	121	119	122	133	136	105	71	78	77	76
121	121	118	122	133	133	102	72	77	76	77
122	122	117	123	132	133	101	70	75	77	79
123	123	117	122	133	135	99	70	77	78	80
122	123	117	123	133	135	97	70	76	77	79
121	123	118	123	131	133	95	70	75	77	79
120	122	117	122	131	133	94	72	76	78	78

그레이 레벨 영상

디지털 영상의 종류(계속)

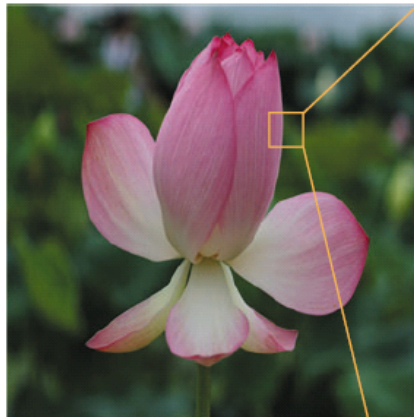
■ 컬러 영상(Color Image)

- 실제로 눈에 보이는 모습과 비슷하게 밝기와 색상을 표현하는 영상
- 빛의 삼원색인 빨강색(R), 초록색(G), 파란색(B)을 이용하여 모든 색을 표현할 수 있다는 사실이 알려지면서 등장함

$$f_c(x, y) = \{f_{c1}(x, y), f_{c2}(x, y), f_{c3}(x, y)\}$$

- 각 색을 그레이 레벨 영상처럼 독립적 형태로 처리하여 그 결과를 다시 합침
- 각 색의 상호작용이 너무 커서 영상을 처리하는 데 어려움이 있음

디지털 영상의 종류(계속)



158	158	160	159	163	167	126	59	52	53	52
158	159	159	157	161	166	124	58	52	54	53
159	159	158	157	161	166	122	56	52	54	53
160	160	158	159	164	166	119	55	51	55	55
159	160	158	160	166	164	114	54	53	55	55
157	159	157	160	165	163	109	52	54	55	56
159	161	156	159	164	162	108	50	52	55	56
160	162	156	157	165	163	107	50	53	56	56
160	161	155	157	165	162	103	50	53	56	54
160	161	156	158	164	160	100	49	51	55	54
158	159	156	159	164	160	98	49	51	55	54

103	103	105	106	119	129	111	75	80	80	78
103	105	105	104	117	130	111	75	81	81	80
104	104	103	104	116	130	110	77	81	82	81
105	104	103	107	117	129	107	77	83	83	82
105	105	104	108	120	127	103	76	85	83	82
106	106	102	108	121	123	100	77	83	82	84
107	106	101	108	120	123	100	75	82	83	85
107	108	101	108	121	126	98	75	83	84	87
107	108	102	109	121	126	96	76	82	84	87
105	108	102	108	120	124	94	75	82	84	86
105	108	101	107	120	125	93	77	83	84	86

132	132	132	131	140	148	112	34	28	29	29
133	132	130	129	138	148	110	34	28	31	29
133	133	130	130	138	149	108	34	29	31	30
134	133	132	135	141	148	105	32	28	33	31
133	134	131	136	145	146	99	31	30	33	31
132	132	130	136	142	144	91	31	32	32	33
135	133	130	135	142	143	91	30	30	32	34
136	136	130	137	144	145	89	30	31	33	33
136	136	131	137	144	145	85	28	31	33	32
134	136	131	137	144	143	82	28	31	33	33
132	135	129	135	144	141	79	29	31	34	33

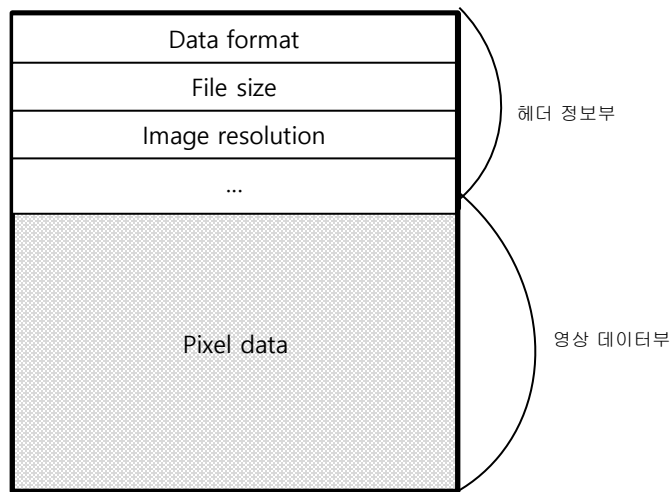
데이터 포맷

■ 영상의 헤더 정보

- 파일 정보 및 영상의 보조 데이터 저장

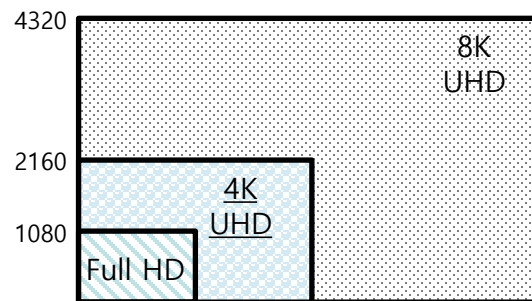
■ 영상의 데이터

- M x N개의 픽셀로 구성
- 일반적으로 2차원 배열



디지털 영상의 구조

Format	Width x Height
SQCIF	128 x 96
QCIF	176 x 144
CIF	352 x 288
VGA	640 x 480
HD	1280 x 720
Full HD	1920 x 1080
4K UHD	3840 x 2160
8K UHD	7680 x 4320

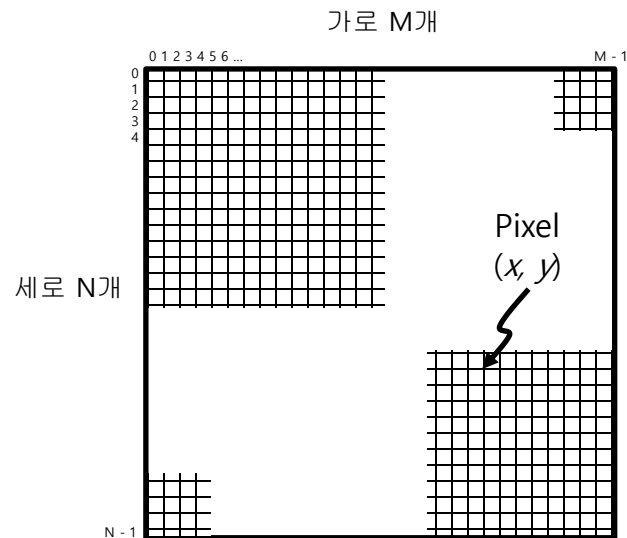


크기에 따른 공간 해상도 명칭

데이터 포맷

■ 디지털 영상의 구조

- 가로 M개, 세로 N개의 픽셀로 구성
- 각 (x, y) 번째 위치한 인덱스의 값은 해당 위치에서의 픽셀 값을 의미

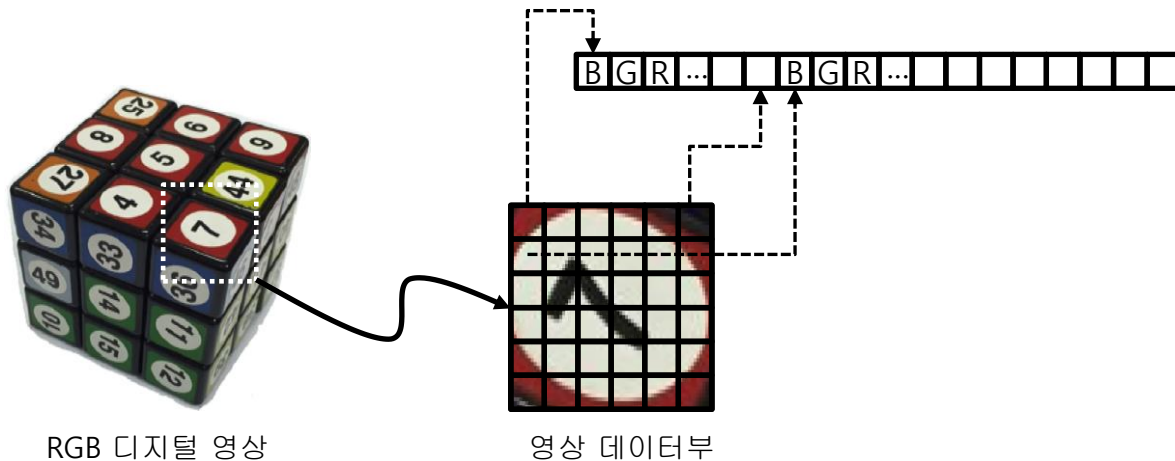


M x N 픽셀로 이루어진 디지털 영상의 구조

데이터 포맷

■ RAW 데이터 포맷

- 별도의 헤더 정보 없이, 영상 데이터(픽셀 값)로만 구성
- 영상의 크기 정보 필요



RAW 데이터 포맷의 구조

데이터 포맷

■ 디지털 이미지의 다양한 저장 포맷

파일 포맷	특징	응용
JPG	정지 영상에 대한 압축 표준으로, 영상 정보가 헤더 정보에 포함된다.	이미지 압축
BMP	각 픽셀을 나타내는 비트를 나열하여 이미지를 저장 및 출력하는 영상 포맷으로, 비트맵 방식이라고도 부른다.	원도 기반의 이미지 편집
GIF	비트맵 그래픽의 데이터 포맷으로, 웹에서 널리 쓰이는 파일 포맷이다. 다양한 환경에서 쉽게 쓸 수 있으며 간단한 애니메이션을 제작할 때도 용이하다.	인터넷 이미지
PDF	일반 문서, 문자, 도형, 그림 등을 저장하는 전자 문서 형식의 데이터 포맷이다.	문서 및 이미지 변환
TIFF	무손실 압축 방법으로 단일한 표준 파일 형식을 갖지 못해 업체간 서로 다른 태그를 사용, 고정 파일 형식에 비해 복잡하고 구현이 어려운 것이 단점이다.	스캐너, 디지털 카메라
OpenEXR	HDR 이미지를 저장하는 포맷으로, 채널당 16비트 이상의 컬러를 사용할 수 있다.	HDR 영상 생성
PCX	도스 기반의 프로그램에서 영상처리를 위해 사용한다.	도스 기반의 이미지 편집
PNG	무손실 압축 방법을 이용한 영상 데이터 포맷 중 일부로, GIF의 컬러 표현 한계를 극복하기 위해 고안되었다.	인터넷 이미지

데이터 포맷

■ JPG (JPEG) 파일 포맷

- 정지 영상의 대표적인 압축 표준
- 디지털 영상을 압축하여 저장
- 영상의 색상 정보, 해상도 등이 헤더에 포함
- 특징
 - 이미지를 만드는 사람이 이미지의 화질 (Quality)을 조절할 수 있음

■ BMP

- 비트맵 방식
- 픽셀을 이차원으로 정렬하여 표현
- 각각의 픽셀은 숫자로 표현되는 고유의 색을 갖고 있다
 - 8비트 그림은 색을 나타내는데 8자리의 이진수 사용
- 픽셀은 256가지의 색깔 중 하나를 표현
 - 16비트와 24비트 그림은 8비트의 그림보다 다양하게 색깔을 표현 가능

BMP 파일 포맷

■ BMP 파일의 구성

- BMP 파일의 영상 데이터는 상하 반전 형태로 저장
 - 180 회전된 형태가 아닌 좌표계가 반대를 의미



(a) 디지털 영상



(b) BMP 파일 포맷

BMP파일 헤더

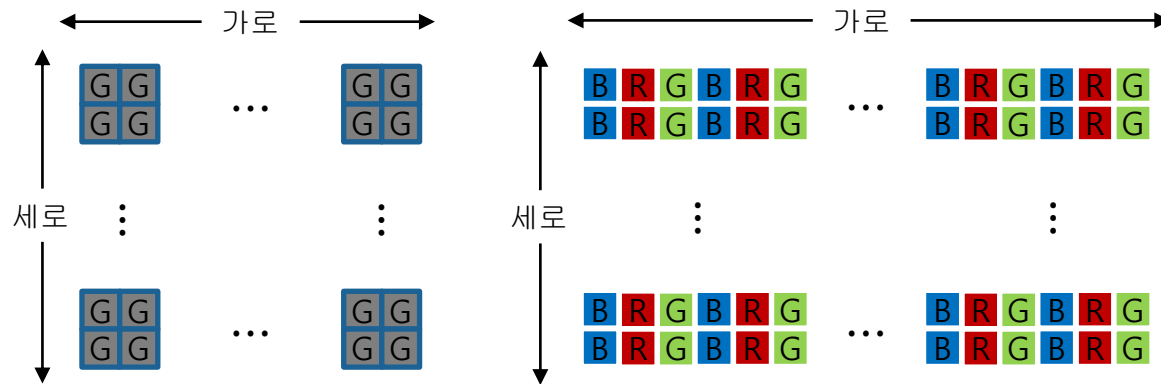
영상 데이터부
(영상의 상하가 반대로 저장)

BMP 포맷의 구조와 헤더 구성

BMP 파일의 구성

■ BMP 파일의 색상 구조에 따른 파일 구성 형식

- 흑백 이미지
 - 한 픽셀당 그레이 스케일의 픽셀 값을 저장한 이미지
- 컬러 이미지
 - 차례로 RGB 순서로 픽셀 데이터가 저장



그레이스케일 이미지와 트루컬러 이미지의 형식