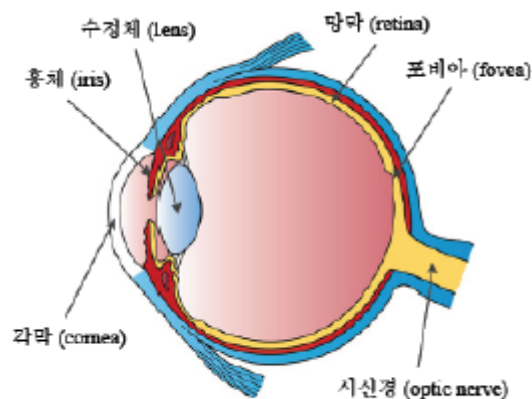


영상처리

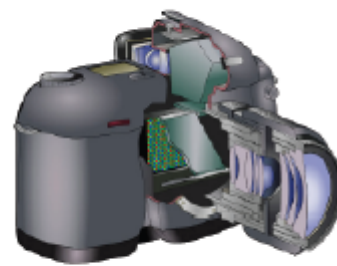
디지털 영상이란?

획득과 표현

- 사람의 눈과 카메라

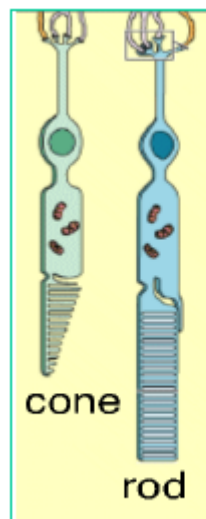


(a) 사람의 눈 구조



(b) 카메라의 구조

- 수정체가 렌즈, 망막이 CCD 센서(필름)에 해당함
- 눈



Cones

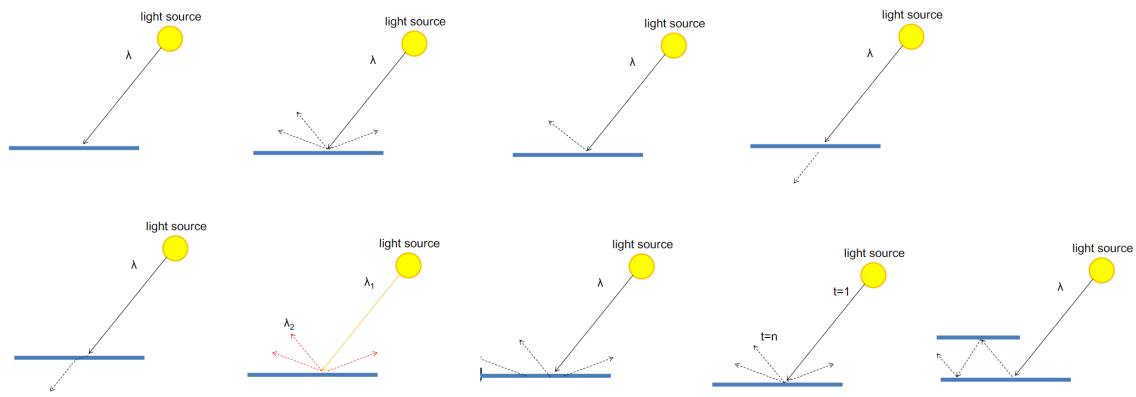
cone-shaped less sensitive
operate in high light
color vision

Rods

rod-shaped highly sensitive
operate at night gray-scale
vision

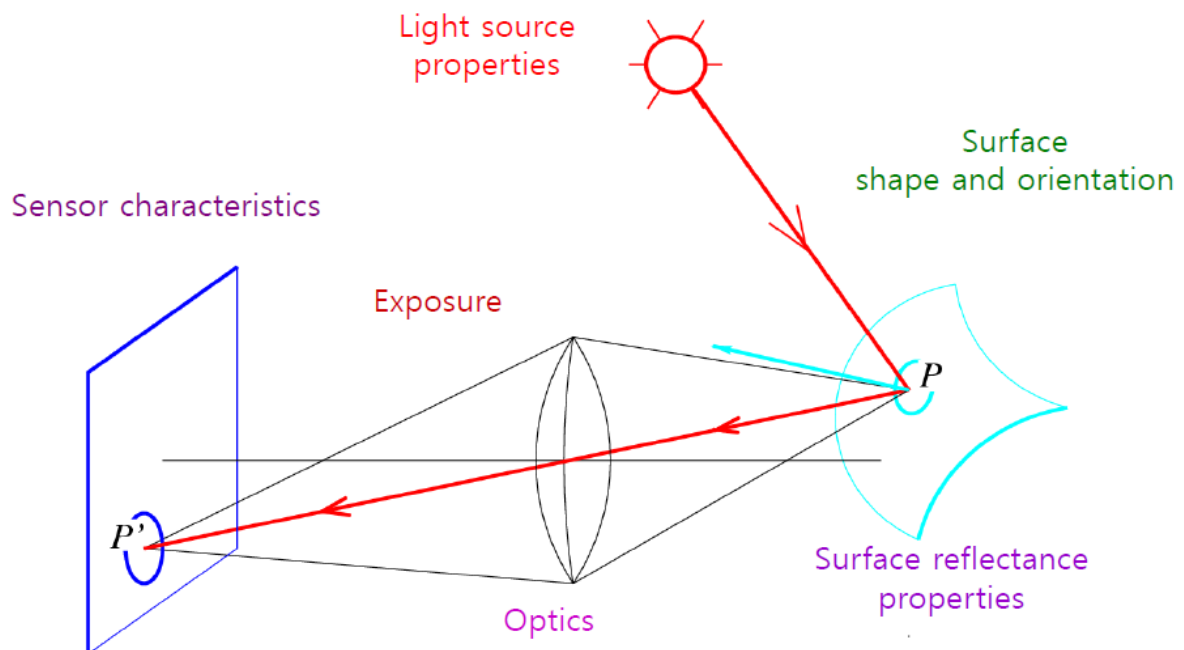
- Cones : High Light color vision에서 작동
 - 덜 예민함
 - 3가지 종류이 Cone이 있음 : Red Green Blue
 - 특정 종류의 Cone이 없거나 적은사람이 색맹
- Rods : night gray-scale vision에서 작동
 - 많이 예민함
- 눈으로 모든 빛을 다 볼 수는 없음
 - 가시광선만 볼 수 있음
 - Human Luminance Sensitivity Function

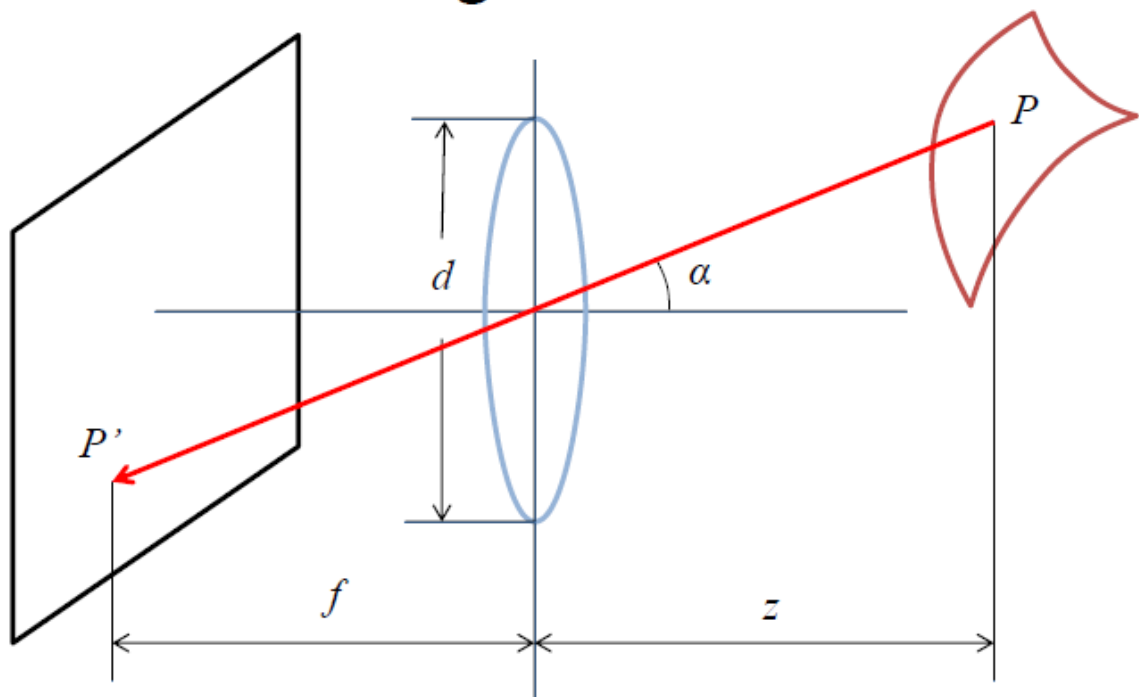
Photon's life cycle



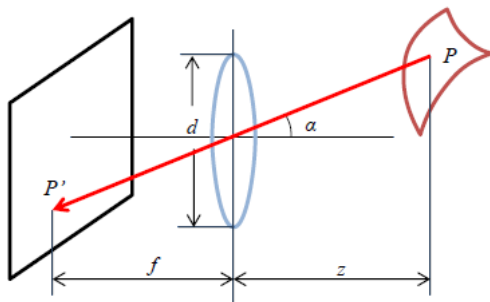
- Absorption(흡수)
- Diffuse Reflection(확산)
- Specular Reflection(받은만큼 돌려줌, 카메라)
- Transparency(투명해서 투과함, 유리)
- Refraction(투과해서 나가지만, 굴절이 됨)
- Fluorescence(빛이 여러 방향으로 반사되어 나감, 반사 전/후의 빛의 양이 다름)
- Subsurface Scattering(여러 방향으로 흩뿌려짐)
- Phosphorescence(일정 시간이 지난 후 빛이 나옴)
- Interreflection(두 개의 물질이 평행하게 있는 경우 계속 상호 반사, 광통신에서 사용)

Image Formation



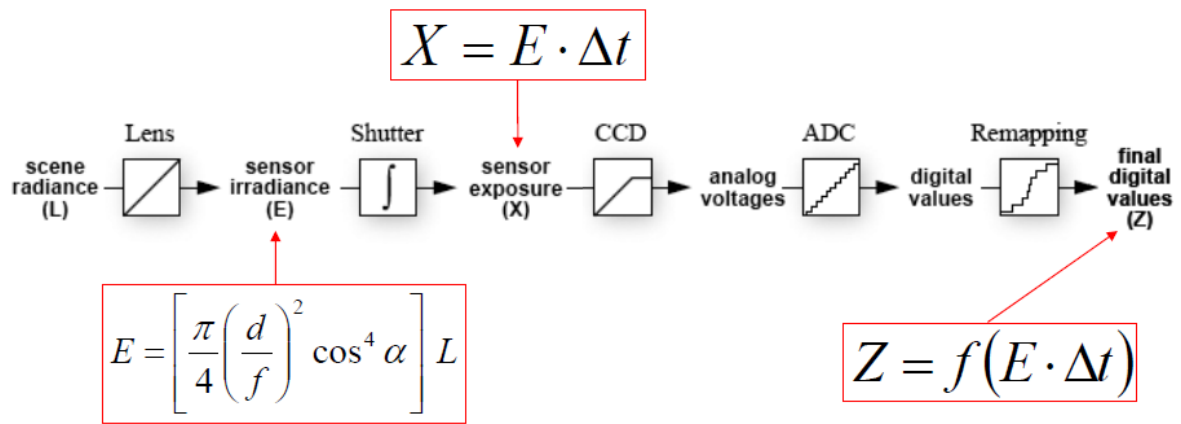


- f : 초점거리, **focal length**
 - 멀면 멀수록 원하는 데이터를 잘 표현할 수 있음
 - 카메라를 만드는 업체에서 정할 수 있음
 - 전문가 카메라가 큰 이유 : f 값이 크기 때문에 사물을 더욱 정확하게 표현할 수 있음
- d : 렌즈의 길이
 - 카메라를 만드는 업체에서 정할 수 있음
- z : 카메라 렌즈로부터 물체까지의 거리
- L : P 에서 P' 로 발사되는 빛의 양
- E : 렌즈에서 P' 로 떨어지는 방사 조도(Irradiance)
 - image irradiance is **linearly related to scene radiance**
 - **proportional to the area of the lens** and **inversely proportional to the squared distance between the lens and the image plane**
 - falls off as the **angle between the viewing ray and the optical axis increases**(각도에 반비례)



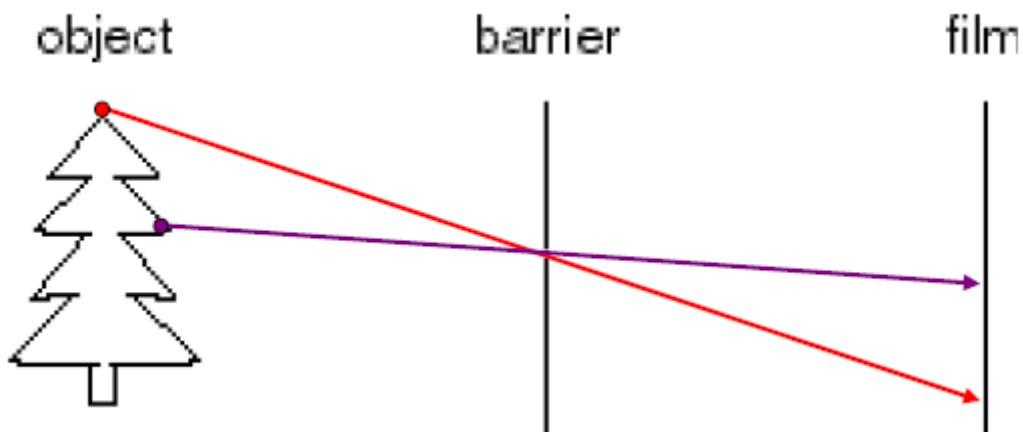
$$E = \left[\frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{f} \right)^2 \cos^4 \alpha \right] L$$

From light rays to pixel values



- Camera's response function (irradiance -> pixel values)
 - material properties를 추측할 때 유용
 - high dynamic range 이미지를 만들 수 있게 해줌
- 하나의 **CMOS 센서** : 1바이트 값(0~255)을 표현할 수 있도록 돼 있음
 - 원래는 1바이트지만 JPEG / JPG 등의 압축이 많이 된 형태는 더욱 용량이 작게 저장

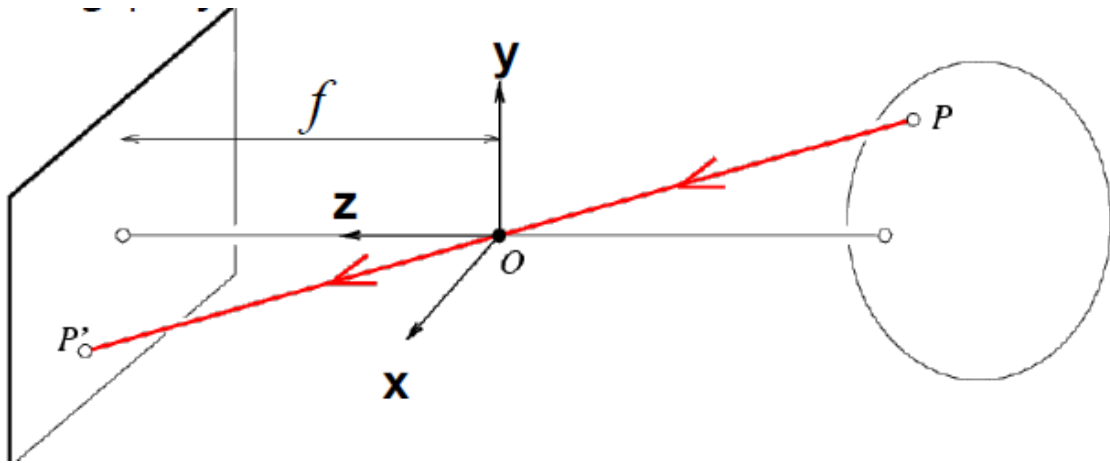
Perspective Projection



- 3차원에서 2차원으로 옮기는 작업 : 거리감각이 없어지기 때문에 힘들
 - 카메라의 단점
 - 평행한 것이 평행하지 않아 보임
- Matrix

$$\begin{pmatrix} \text{2D point} \\ (3 \times 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Camera to pixel coord. trans. matrix} \\ (3 \times 3) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{Perspective projection matrix} \\ (3 \times 4) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{World to camera coord. trans. matrix} \\ (4 \times 4) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{3D point} \\ (4 \times 1) \end{pmatrix}$$

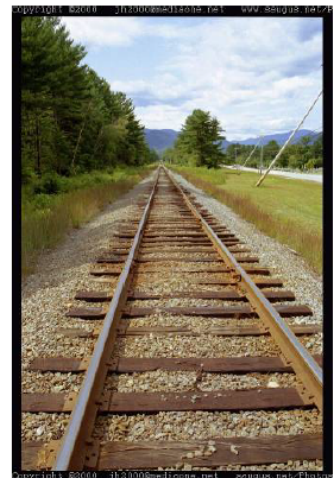
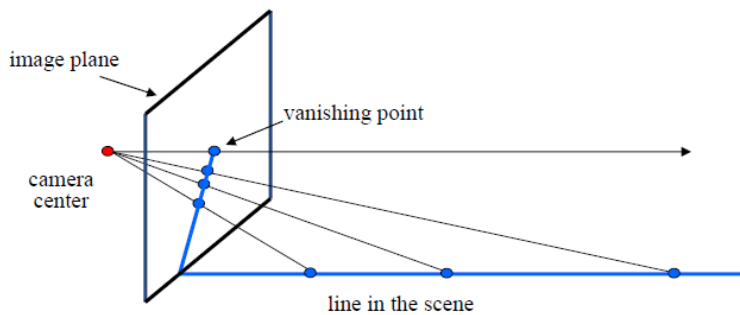
Modeling Projection



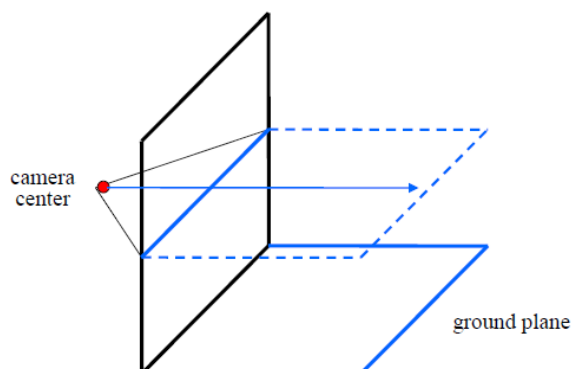
- 3차원 공간에서의 $P \rightarrow$ 2차원 영상 평면(image plane)에서의 P'
- P와 P' 의 상관관계
 - O가 3차원 공간상의 원점(카메라 렌즈의 중심)
 - Projection Equations

$$(x, y, z) \rightarrow \left(f \frac{x}{z}, f \frac{y}{z}\right)$$

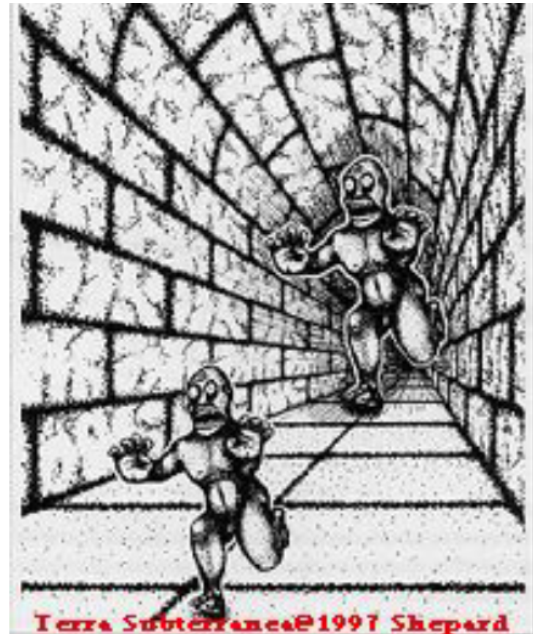
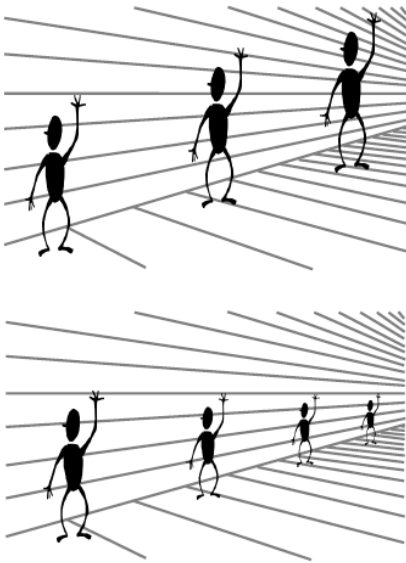
- 사물이 가까워야 잘 보인다
 - f 에 비례하고, z 에 반비례 한다
- Projection of a line



- 영상 평면을 기준으로 사선으로 맺히기 때문에(Vanishing Point), 실제로는 평행하지만 평행하지 않게 보이는 것
- The horizon



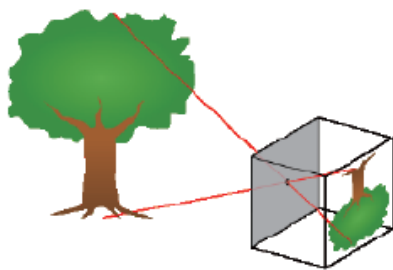
- 실제의 수직선과 똑같이 **평행**하게 찍으면 **Vanishing Point**가 없다
- The perspective cues



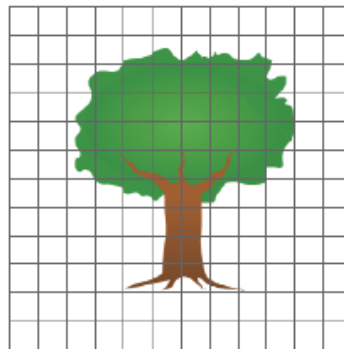
- Perspective에 대한 정보 때문에, 실제로는 크기가 같지만 뒤의 그림이 더 커보인다(원근감 때문)

샘플링과 양자화

- 2차원 영상 공간을 $M(\text{width}) \times N(\text{height})$ 으로 샘플링 ($M \times N$ 이 '해상도')
- 명암을 L 단계로 양자화 (L 이 명암 단계, $0 \sim L-1$ 사이 분포)



(a) 핀홀 카메라 모델



(b) 샘플링과 양자화

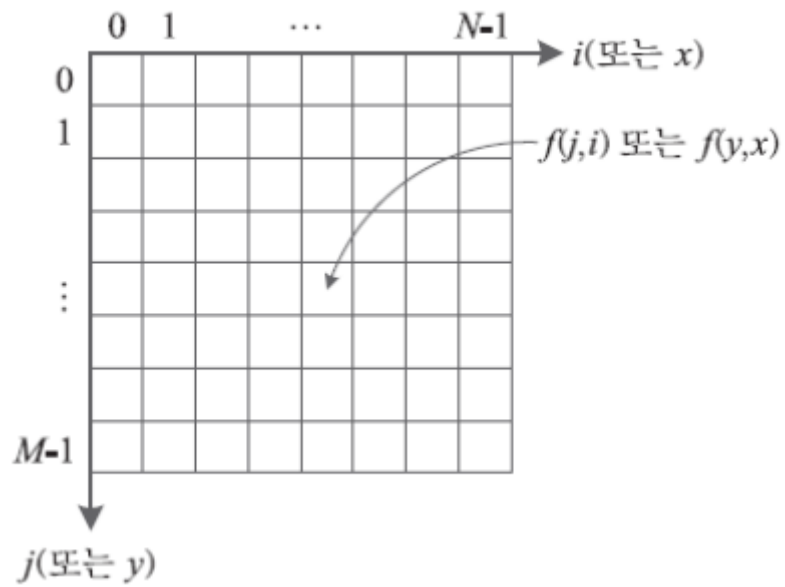
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	3	4	2	3	4	3	0	0	0
0	0	3	7	8	8	8	7	6	3	0	0
0	0	4	8	9	9	9	8	7	5	1	0
0	0	4	7	8	9	9	8	7	5	0	0
0	0	3	6	7	8	8	7	7	3	0	0
0	0	0	2	4	7	8	4	3	0	0	0
0	0	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	3	4	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(c) 디지털 영상

- $M = 12, N = 12, L = 10$

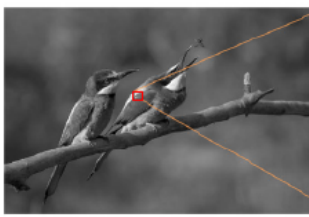
영상 좌표계

- 화소 위치는 $\mathbf{x} = (j, i)$ 또는 $\mathbf{x} = (y, x)$ 로 표기
- 영상은 $f(\mathbf{x})$ 또는 $f(j, i), 0 \leq j \leq M-1, 0 \leq i \leq N-1$ 로 표기



- 컬러 영상은 $\mathbf{fr}(\mathbf{x})$, $\mathbf{fg}(\mathbf{x})$, $\mathbf{fb}(\mathbf{x})$ 의 세 채널로 구성
- 왼쪽 맨위가 원점인 이유 : 2차원 배열로 표현했을 때를 생각

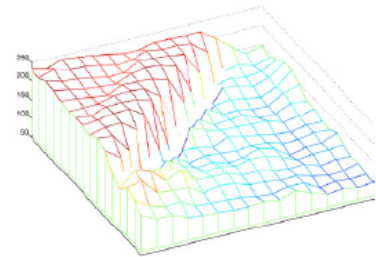
영상 표시 방법



(a) 영상

233	224	239	235	230	224	215	226	225	223	223	196	163	136	147
229	244	233	231	223	214	219	233	229	222	191	127	137	122	136
243	232	229	223	214	215	237	236	232	226	167	122	131	124	129
237	231	223	219	216	234	240	235	223	146	61	136	132	120	134
231	229	222	217	235	234	231	218	148	91	121	126	120	112	129
225	225	225	237	240	235	206	111	70	142	119	118	111	111	134
229	222	229	240	236	225	97	99	145	119	124	125	108	110	129
226	234	241	242	220	112	59	153	136	126	126	121	122	108	115
225	234	236	208	76	73	125	121	112	130	120	115	107	102	111
236	232	185	86	95	139	111	121	116	114	116	116	103	104	112
226	197	86	110	160	137	119	124	113	115	132	122	98	106	106
183	125	157	169	155	140	130	133	124	133	119	102	107	110	112
164	203	195	156	174	138	137	136	119	122	114	108	112	98	104
188	196	156	150	150	125	134	129	116	113	108	111	99	91	93
176	152	138	142	120	118	117	113	104	102	112	111	90	96	93
158	137	138	122	117	114	111	110	113	108	122	107	93	98	94

(b) 숫자 배열



(c) 지형