

02.

디지털 영상의 구조 및 유형

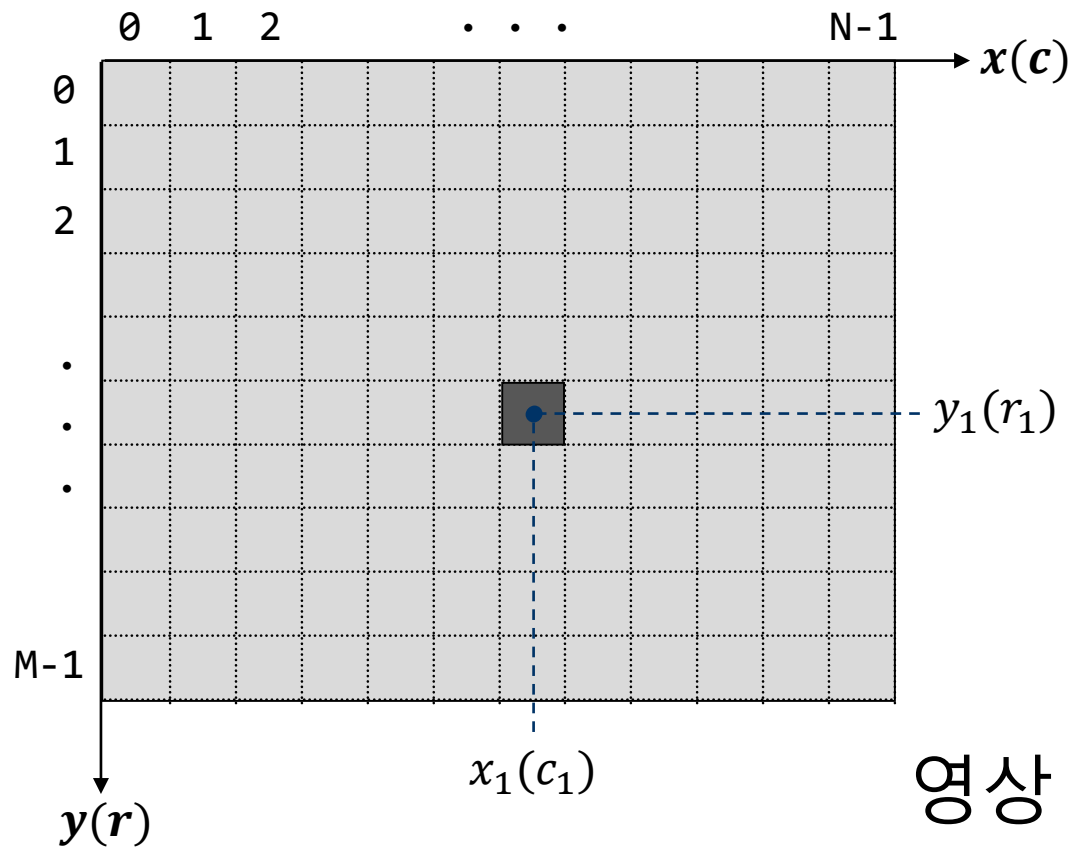
김성영교수
금오공과대학교
컴퓨터공학과

학습목표

- 디지털 영상(bitmap)의 표현 방법을 설명할 수 있다.
- 디지털 영상(bitmap)의 유형(mode)을 구분하여 설명할 수 있다.

디지털 영상의 표현 방법

bitmap (raster) image



극좌표계는 거리(r)와 각도(θ)를 사용

영상 좌표 $\Rightarrow (x_l, y_l)$
행렬 위치 $\Rightarrow (r_l, c_l)$

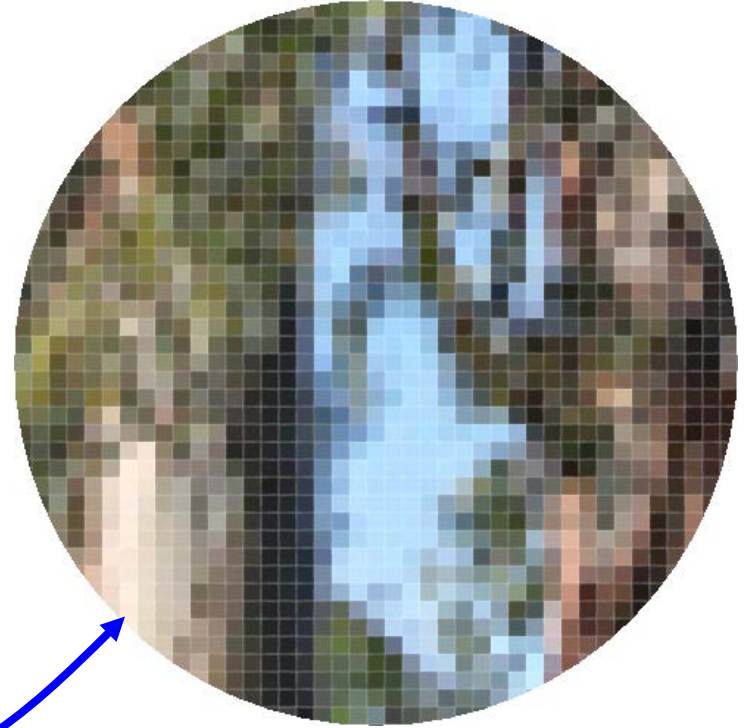
$I(x, y)$

where

x, y : spatial coordinates

I : intensity (gray level)

$$I(x, y) = \begin{bmatrix} I(0,0) & \dots & I(N-1,0) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ I(0,M-1) & \dots & I(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$



디지털 영상의 유형(mode)

binary image

grayscale image

color image

multi-spectral image

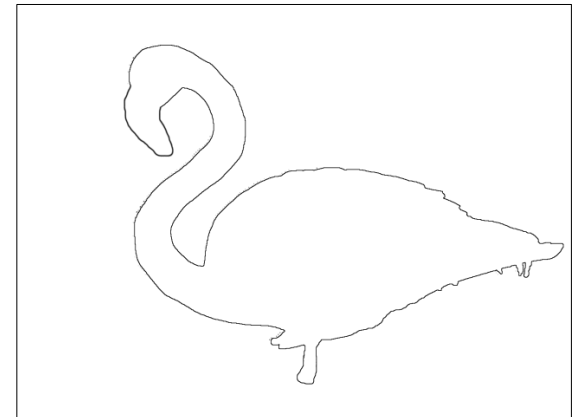
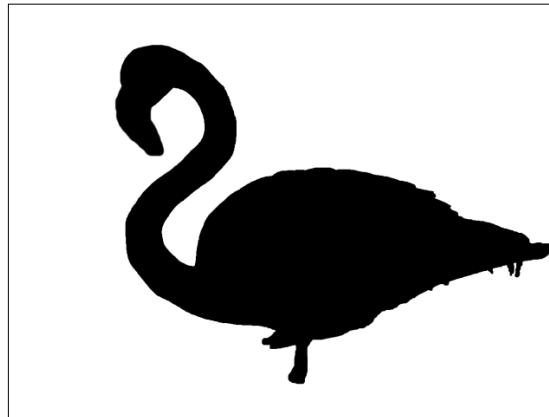
binary image

1 bit / pixel

검은색 부분이 1.

영상 변환은 변환 수식에 의해 비트맵 영상을 다른 수학적인 공간으로 변환하는 과정이다. 일반적으로 픽셀 단위로 표현된 공간(spatial domain)에서 주파수 성분을 포함하는 주파수 공간(frequency domain)으로 변환한다. 이런 변환에는 DCT(discrete cosine transforms), DFT(discrete fourier transforms), DWT(discrete wavelet transforms) 등이 존재한다. 픽셀 공간에서 주파수 공간으로 변환함으로써 영상에 포함된 공간 주파수에 대한 정보를 찾아 영상 압축이나 복원 등의 분야에 유용하게 사용할 수 있다.

그림 4-15는 8bit 그레이스케일 영상에 대한 DCT 변환 결과를 나타낸다. DCT 변환 결과에서는 각 계수들의 값의 범위가 굉장히 넓어 우리가 눈으로 식별하기 힘들기 때문에 로그 스케일을 사용하여 범위를 축소한다. DCT 결과는 직관적으로 우리가 이해하기는 힘들다. DCT는 픽셀 공간을 주파수 공간으로 변환하는 과정이므로 변환 결과에서는 주파수 성분을 포함한다. DCT 변환 결과의 좌측 상단인 (0, 0)에 해당하는 계수를 DC 성분이라고 하며 나머지 계수들은 AC 성분이라고 한다. DC 성분의 부근에 위치하는 계수들이 저주파 성분을 나타내며 이곳에서 멀어질수록 주파수 성분이 증가한다. DCT 결과에서 밝은 색으로 표현된 계수들은 높은 에너지를 가진다. 따라서 저주파 성분에서 주로 높은 에너지를 나타낸다. 그림 4-15의 (a)에서 (b)로 변환하는 과정을 DCT 순변환(순방향 변환)이라고 한다. (b)에서 (a)로 변환하는 과정은 DCT 역변환이다. DCT는 그 특성상 역변환을 수행하면 아무런 손실없이 원래의 데이터를 복원할 수 있다.



Section 04 디지털 영상의 종류

이진 영상, 그레이 레벨 영상, 컬러 영상 등이 있음

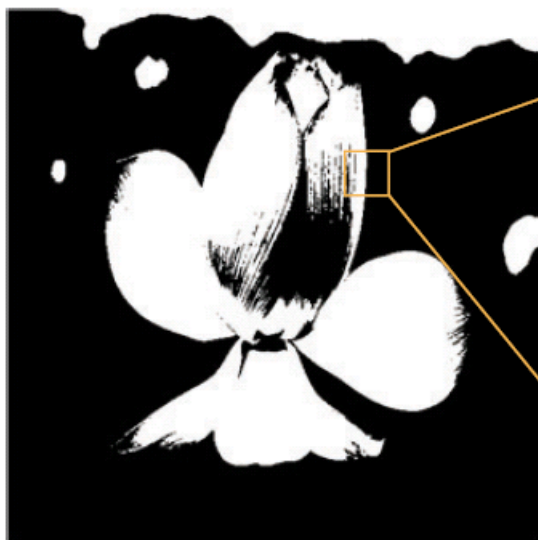
이진 영상 (Binary Image)

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

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

[그림 2-27]
이진 영상

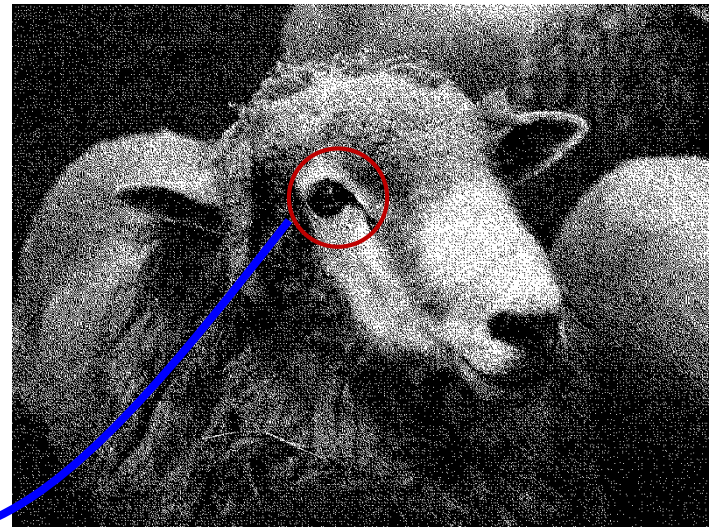
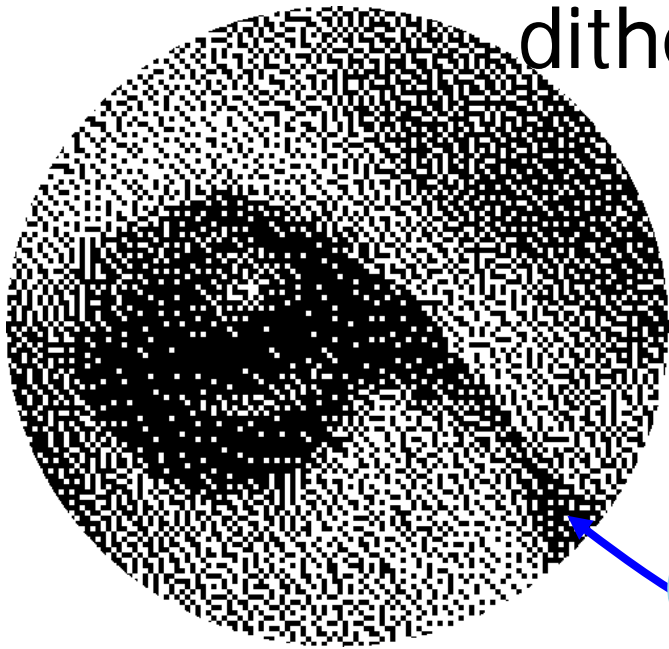


119	119	121	121	130	139	114	71	74	74	73
119	121	121	119	129	139	114	72	75	75	74
120	120	119	119	128	139	112	72	75	76	75
121	120	119	122	130	138	109	73	76	77	76
120	121	119	122	133	136	105	71	78	77	76
121	121	118	122	133	133	102	72	77	76	77
122	122	117	123	132	133	101	70	75	77	79
123	123	117	122	133	135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

[그림 2-28]
그레이 레벨 영상

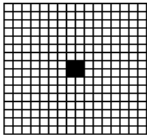
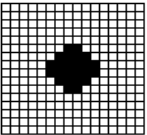
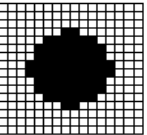
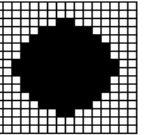
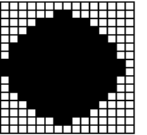
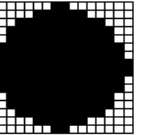


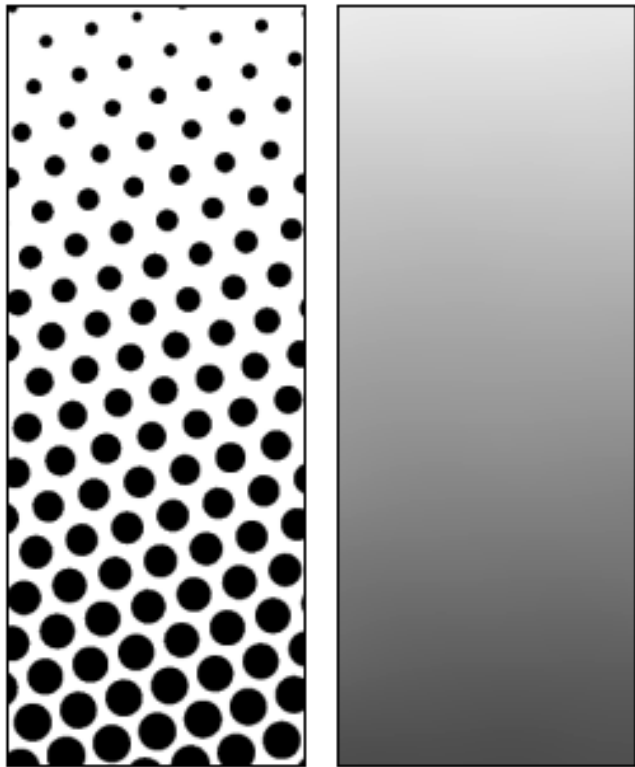
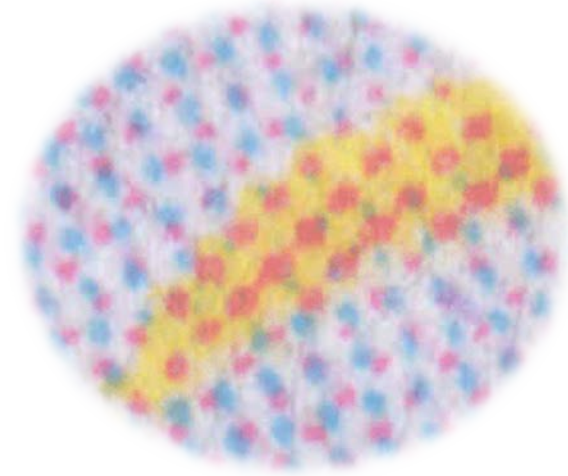
dithering



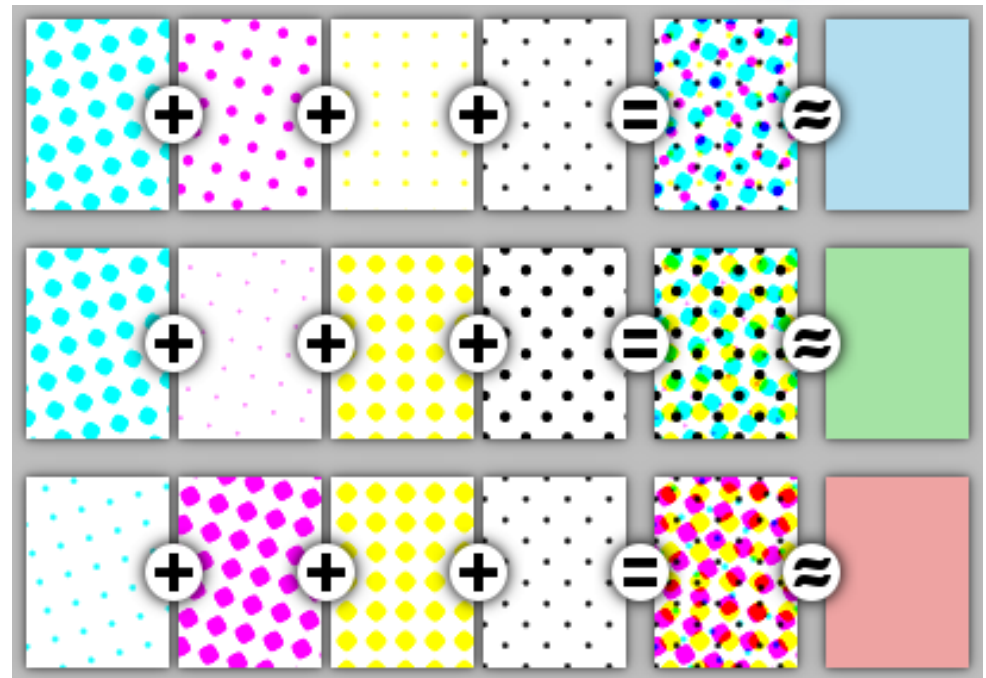
Halftoning

- 연속적인 색조 혹은 명암을 패턴 혹은 점으로 표현하는 과정
- 공간적 통합작용(Spatial Integration)을 이용
⇒ 멀리 떨어져서 보면 검은색과 흰색 공간이 혼합되어서 회색으로 표시됨

graylevel	172	128	97	69	24	4
Halftone dot size	1.5% 	9.4% 	27% 	38% 	50% 	67% 



Halftone dots



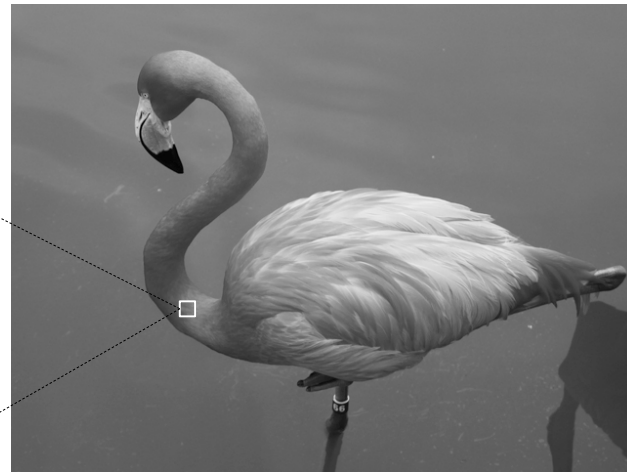
examples of color halftoning

grayscale image

typically 8 bit / pixel

0은 검은색
255는 흰색

147	146	148	150	153
145	149	151	154	156
149	152	153	156	157
150	153	155	157	158
149	151	152	156	159

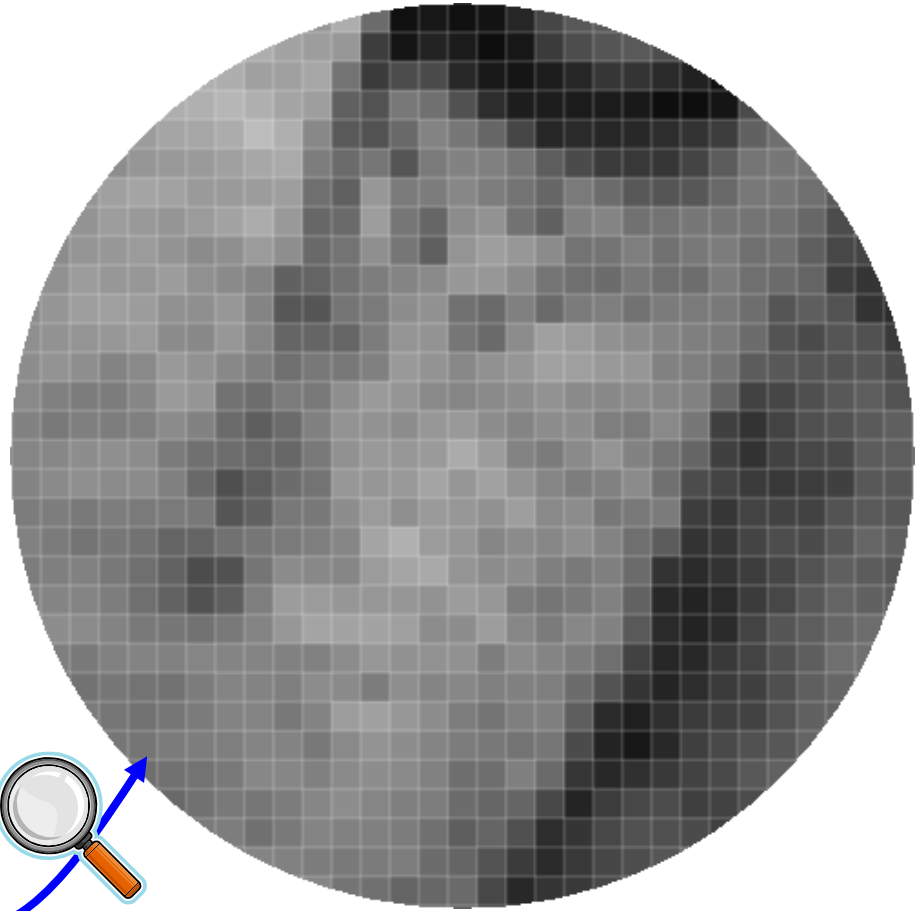
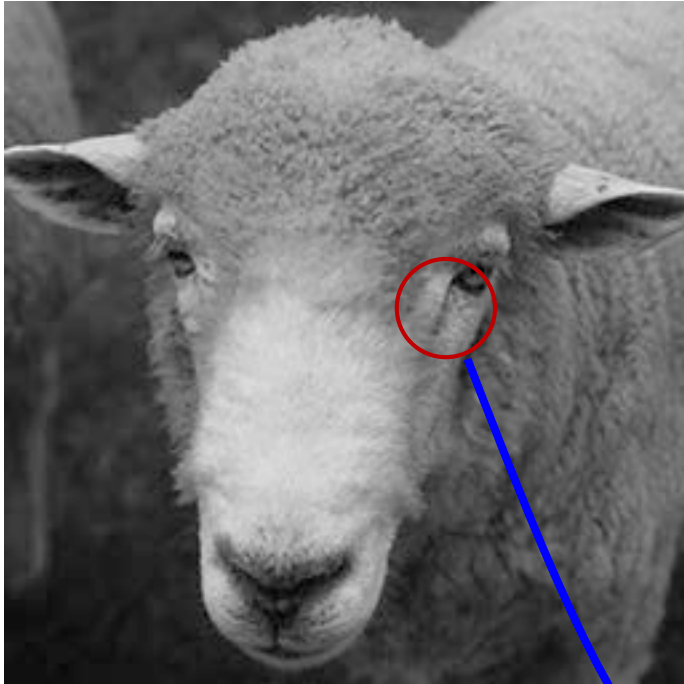


그레이 레벨 영상(Gray-Level Image)

- 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.



color image \Rightarrow true color image

R

217	216	218	220	223
215	219	221	224	226
219	222	223	226	227
220	223	225	227	228
219	221	222	226	229

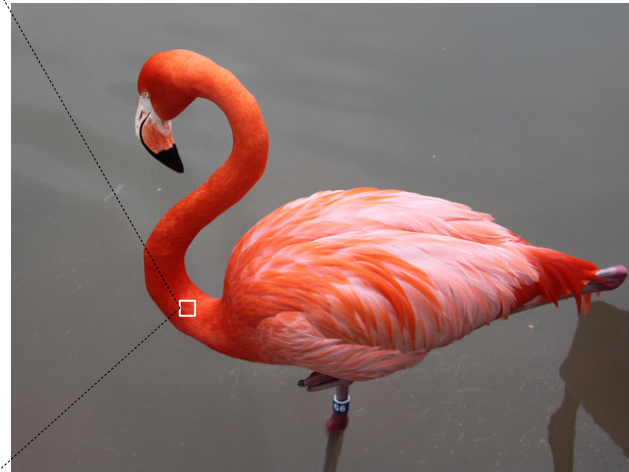
G

57	56	58	60	63
55	59	61	64	66
59	62	63	66	67
60	63	65	67	68
69	61	62	66	69

B

37	36	38	40	43
35	39	41	44	46
39	42	43	46	47
40	43	45	47	48
39	41	42	46	49

typically 24 bit / pixel
(= 16,777,216 colors)



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.

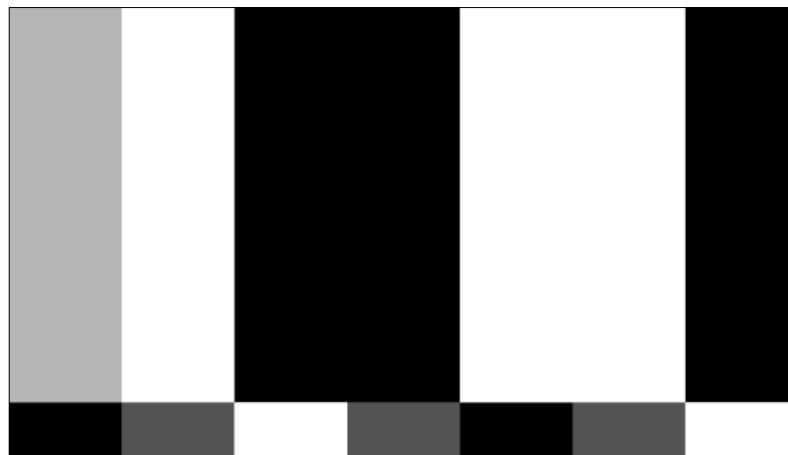
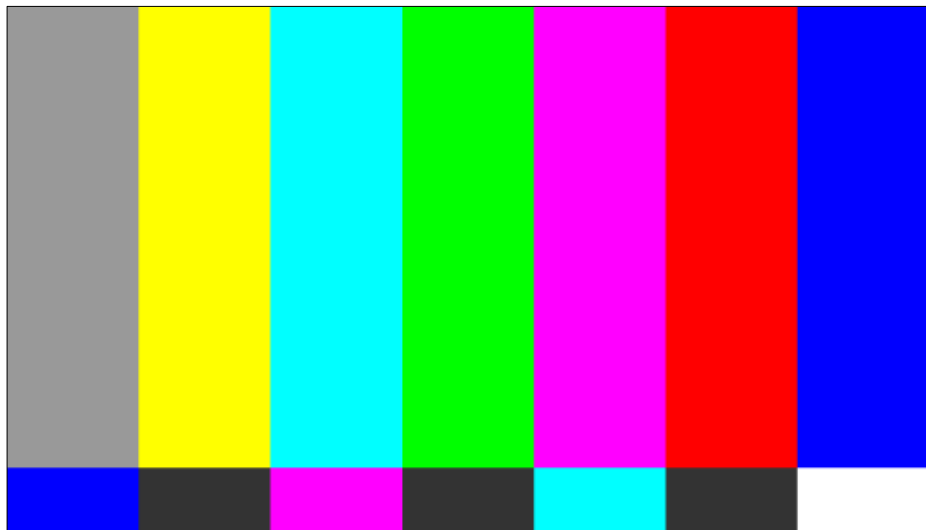
디지털 영상의 종류[계속]



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

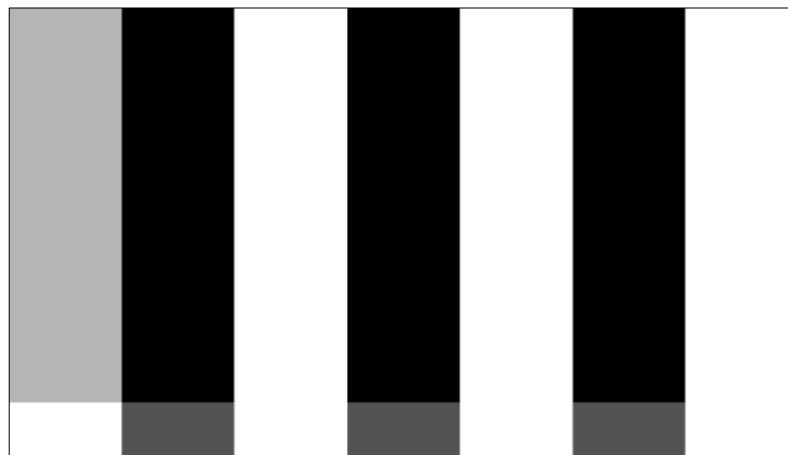
103	103	105	106	119	129	111	75	80	80	78
103	105	105	104	117	130	111	75	81	81	80
104	104	103	104	116	130	110	77	81	82	81
105	104	103	107	117	129	107	77	83	83	82
105	105	104	108	120	127	103	76	85	83	82
106	106	102	108	121	123	100	77	83	82	84
107	106	101	108	120	123	100	75	82	83	85
107	108	101	108	121	126	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



R

G



B

R	G	B	색상	
0	0	0	검은색	
255	255	255	흰색	
255	0	0	빨간색	
0	255	0	초록색	
0	0	255	파란색	
255	255	0	노란색	
128	0	0	어두운 빨간색	
69	69	69	어두운 회색	

color image \Rightarrow indexed color image

jpg는 True(RGB), gray, loss 손실 압축

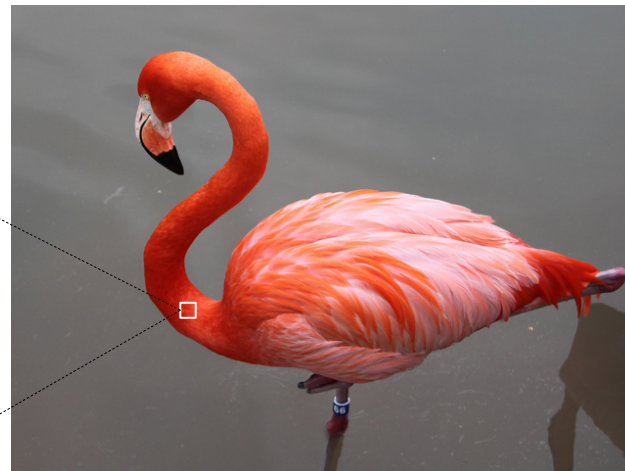
png, tiif, bmp는 True, gray를 사용하는 비압축

	R	G	B
...	...		
9	215	55	35
10	220	60	40
...	...		

gif

Lookup Table
(LUT)

8	8	8	10	13
9	9	11	14	16
10	10	13	16	17
10	13	15	17	18
11	11	12	16	19



Section 01 디지털 영상 파일 포맷

👤 영상 파일 포맷의 종류: BMP, JPEG, RAW, GIF, PSD, TIFF 등

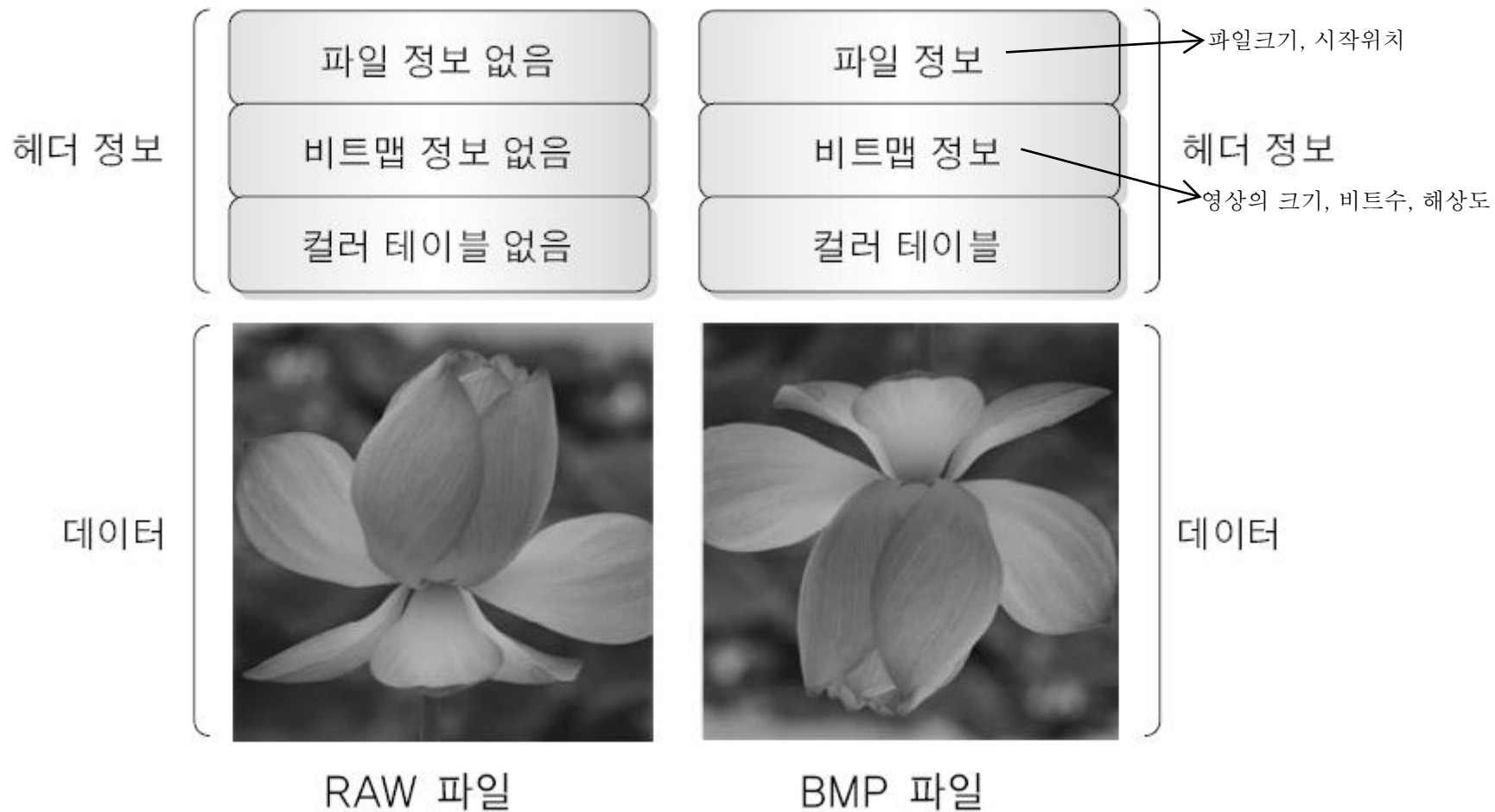
👤 BMP, JPEG 파일 포맷

- 영상의 색상 정보, 해상도 등을 알 수 있는 정보가 헤더(Header)에 포함되어 있음 → 추가 작업이 필요해 프로그램이 더 복잡해짐.

👤 RAW 파일 포맷

- 헤더 정보 없이 완전한 데이터만으로 구성 → 복잡한 헤더 정보를 해석할 필요가 없어 영상처리가 복잡하지 않음.
- 헤더 정보가 없어 영상의 색상 정보나 해상도 정보를 사용자가 미리 알아야 하는 단점이 있음.

Raw와 BMP 파일 구조



[그림 3-1] RAW와 BMP 파일 구조

multi-spectral image

파장 = 람다

825nm

380nm

visible

microwaves

X-rays

FM radio & TV

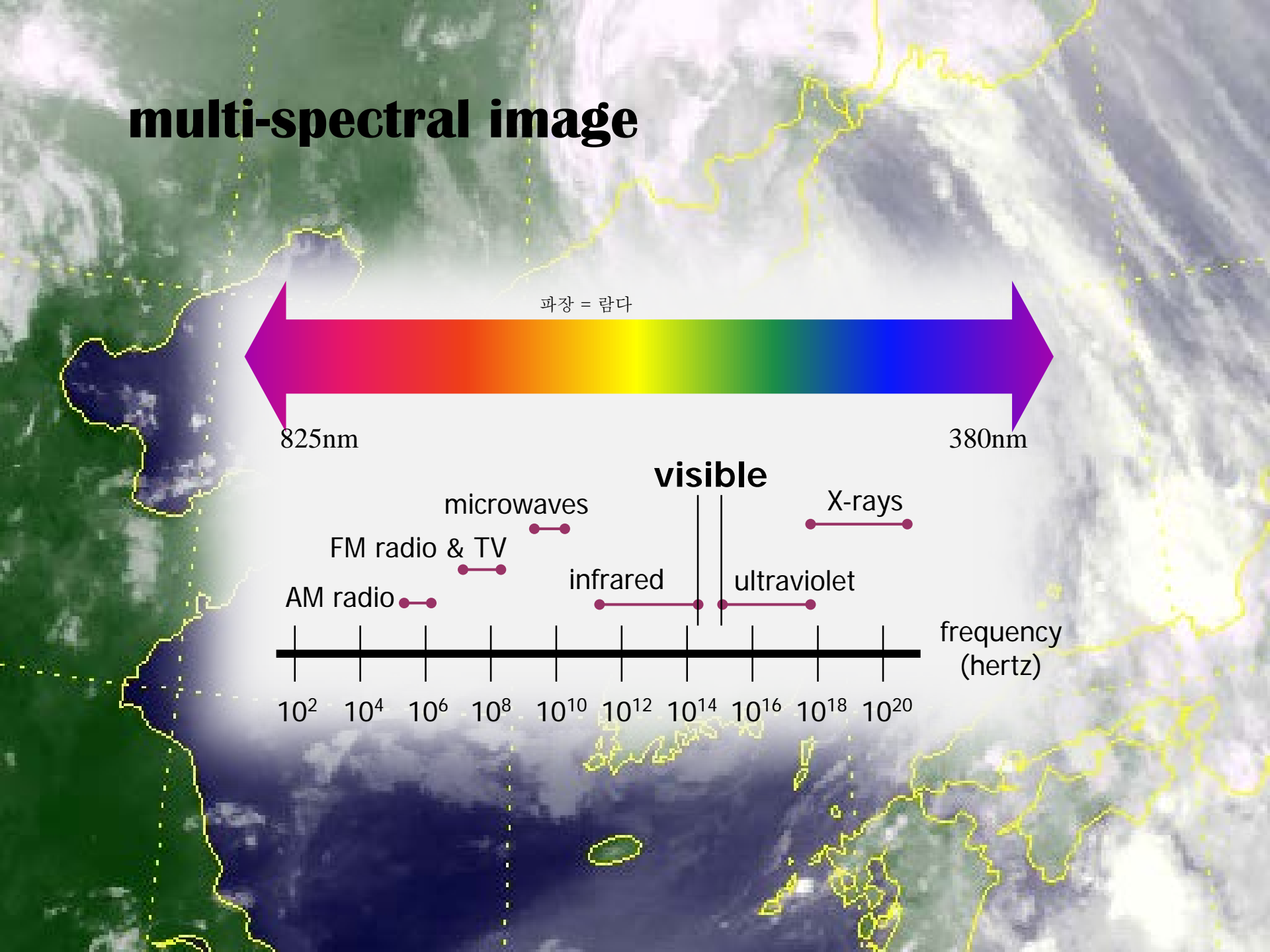
infrared

ultraviolet

AM radio

frequency
(hertz)

10^2 10^4 10^6 10^8 10^{10} 10^{12} 10^{14} 10^{16} 10^{18} 10^{20}



요약

- 디지털 영상(bitmap)의 표현 방법
 - $\text{bitmap} \Rightarrow I(x, y)$
- 디지털 영상(bitmap)의 유형(mode)
 - binary, gray-scale, color, multi-spectral images

Reference

- R. Gonzalez, R. Woods, **Digital Image Processing (2nd Edition)**, Prentice Hall, 2002
- Scott E Umbaugh, **Computer Imaging**, CRC Press, 2005



Thank you
