

11-1. 정보압축의 개요 및 기본 원리

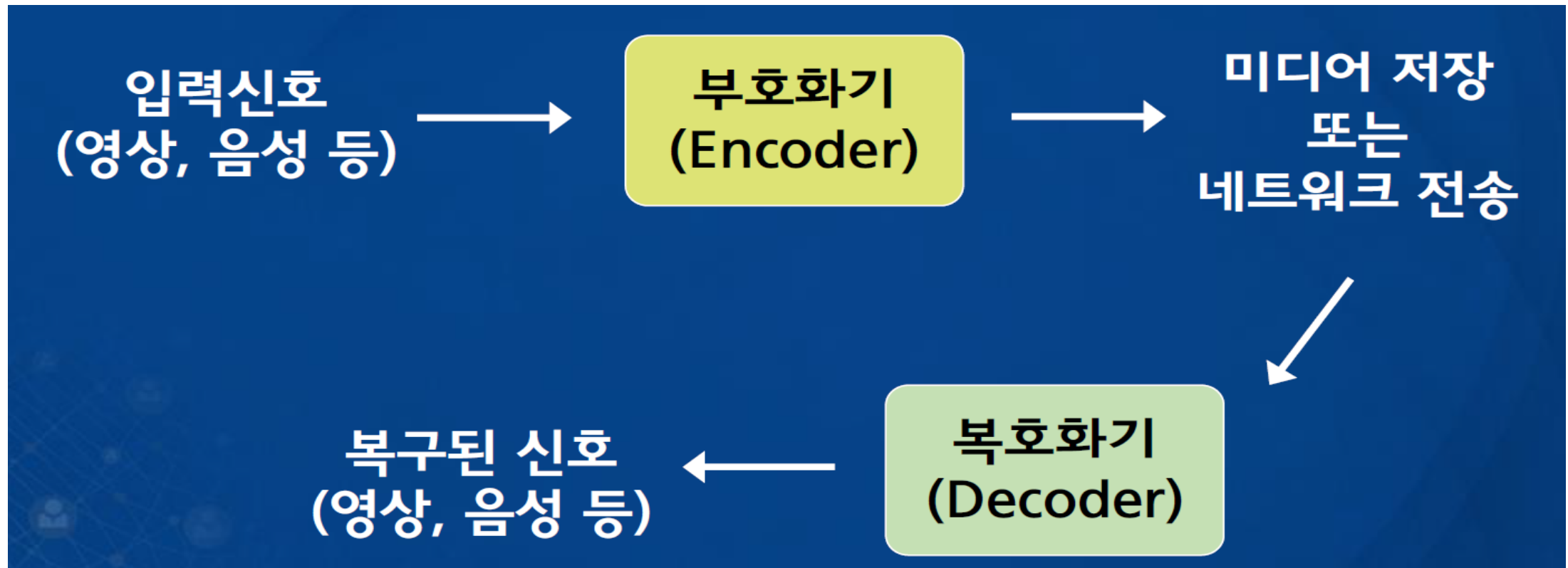
정보압축의 개요 및 필요성

- 무손실 압축 vs 손실 압축
- 눈치 채지 못하는 정보를 버려서 압축하는 손실 압축
- 데이터 크기를 줄이지만 데이터의 손실이 전혀 없는 무손실 압축
- 640x480 1MB 초당 30프레임
- 1초 : 30MB
- 1분 : 1,800MB = 1.8G
- 데이터의 크기를 줄이고, 사람이 눈으로 봤을 때 큰 차이를 느끼지 않도록 하는 것이 중요

압축 고려사항

- 압축률 : 원시 자료량 / 압축된 자료량(분자, 분모 변경 가능)
- 압축 시간(알고리즘 복잡도)
- 자원의 가용성(storage)
- 표준화 기법

압축(Encoding)



압축의 기본 원리

- 높은 공간 주파수 : 밝기값 변화량 많음
- 낮은 공간 주파수 : 밝기값 변화량 적음
- 높은 고주파보다 저주파에 더 민감함

이웃한 화소 밝기값이 유사



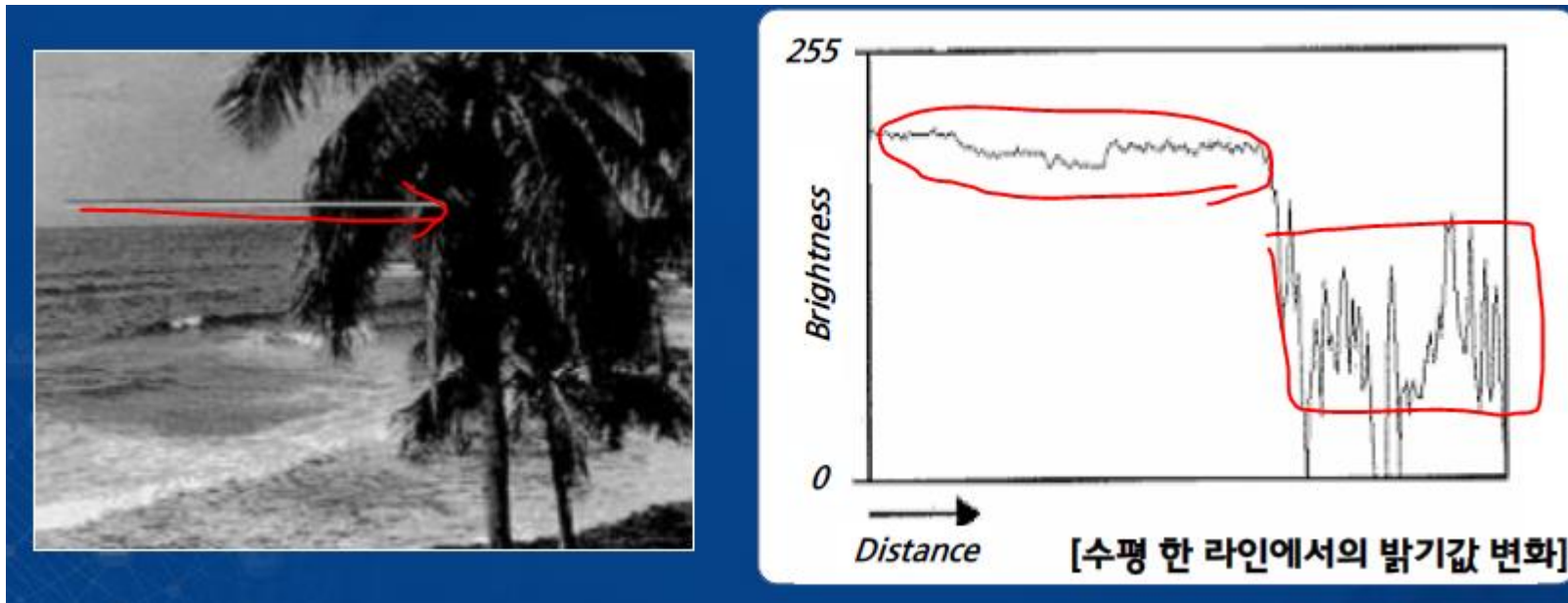
예측 가능한 공간적 정보 제거



데이터양 줄임

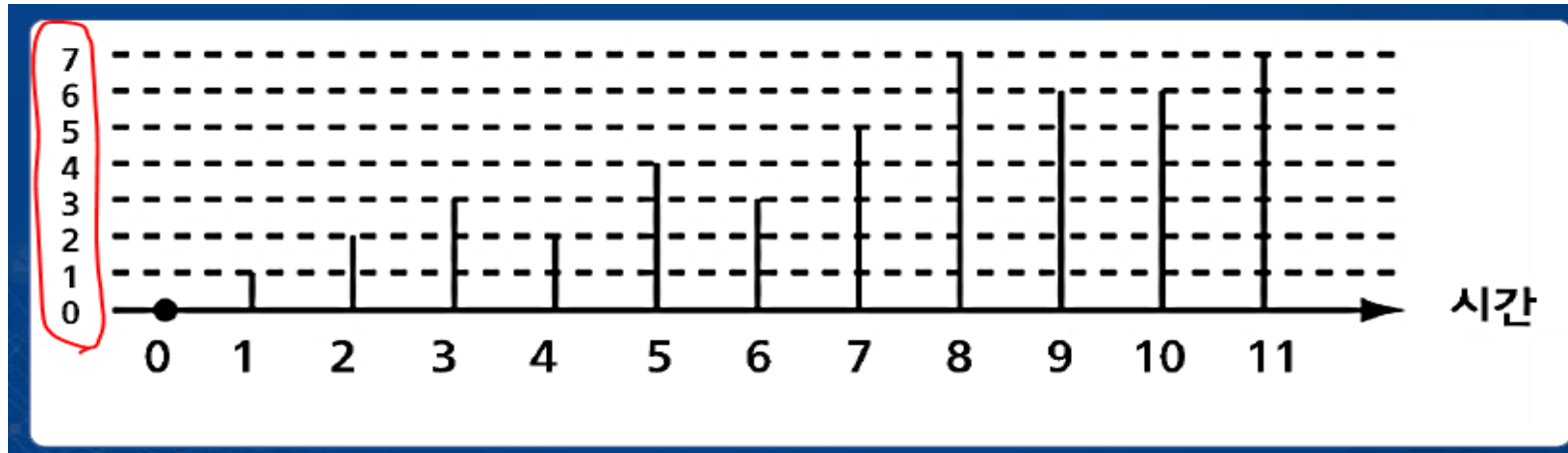
공간 주파수

- 상관성이 높음 = 압축률 높음, 저주파

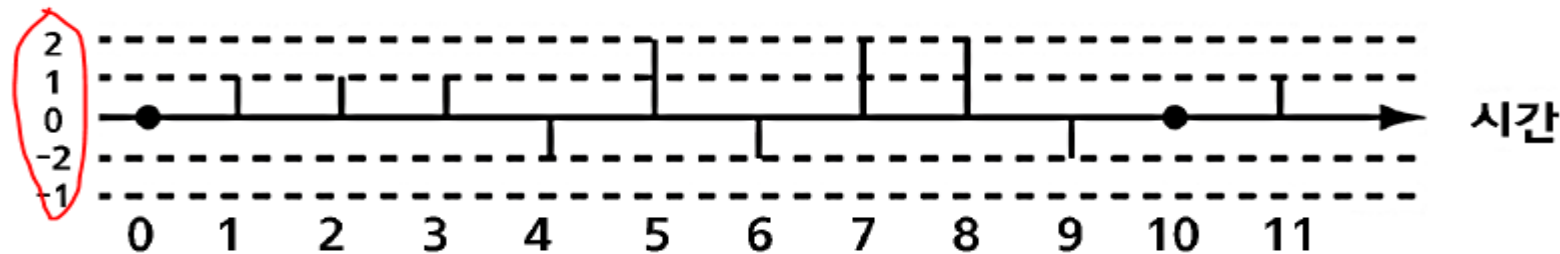


저주파 : 원
고주파 : 네모

정보압축기술 기본 원리

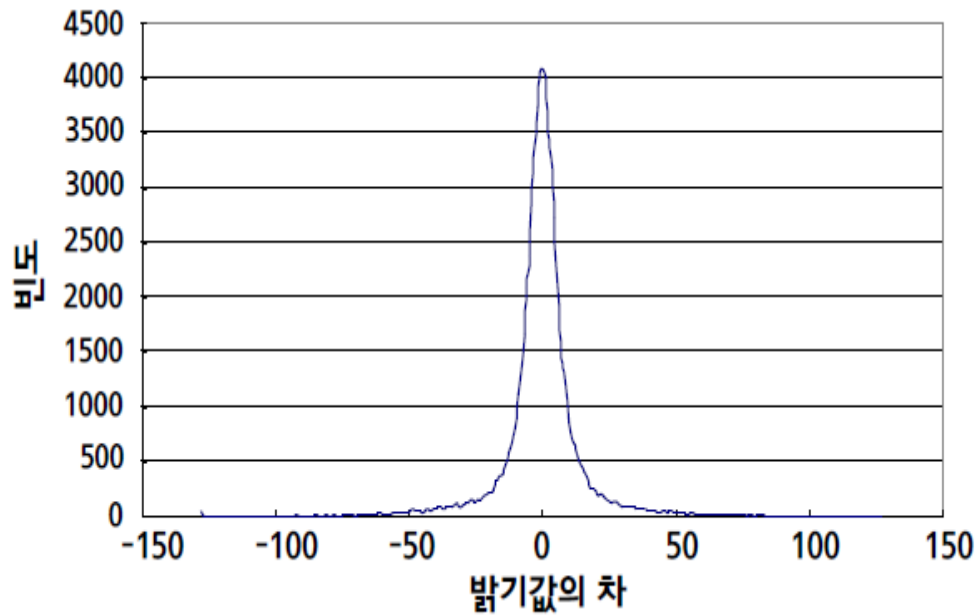


0부터 7까지 8단계,
 $2^3 = 8\text{bit}$ 필요

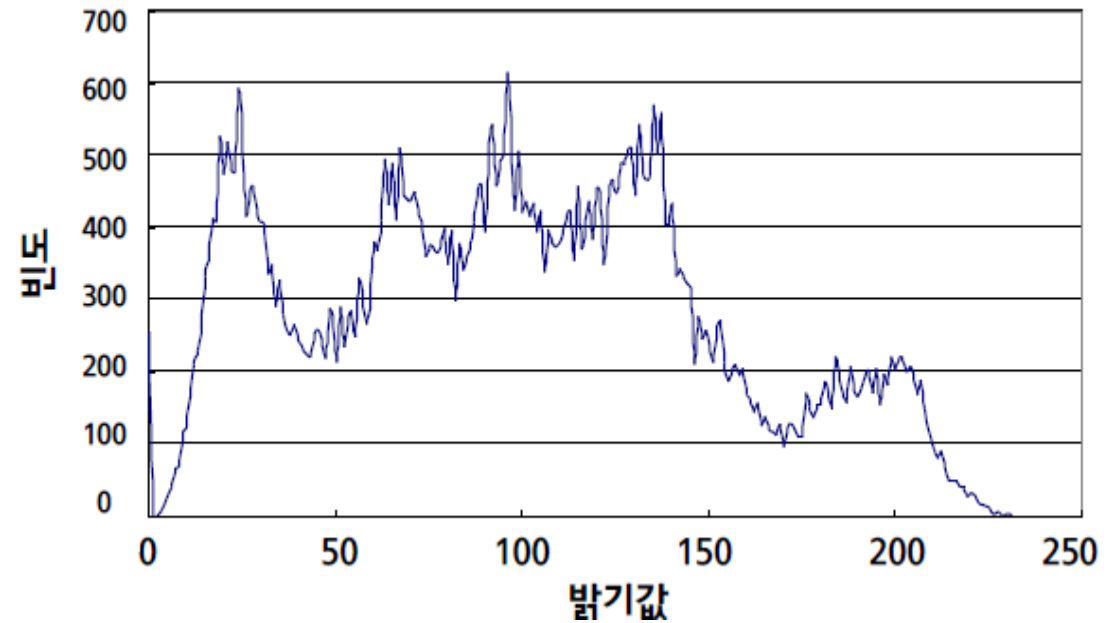


현재 - 이전(차분 값)
-1부터 2까지 4단계,
 $2^2 = 4\text{bit}$ 필요

Lenna 영상 압축(히스토그램)



미분을 사용하면 효율적인 압축 가능(차영상)



원영상

사람 움직임 영상 압축



(a) 원영상과 움직임 보상된
51번째 영상과의 차



(b) 원영상과 움직임 보상된
52번째 영상과의 차



사람이 움직이고 있는 곳만 변화가 발생(시간적 차이만 효율적으로 저장)

1. Key frame – 기준 영상(50번째)은 모두 저장한다.
2. 나머지는 key frame과의 차이만 저장한다.
3. 나중에 압축된 것을 Decoding할 때 움직임 정보에 해당되는 부분만 Compensation해서 압축된 영상을 다시 복원한다.

- 하지만 확대해보면 불연속 현상 발생함. JPEG : NxN 단위로 압축, 너무 많이 압축하는 경우 블록 단위로 타일을 붙여 놓은 것 같은 현상이 나타남(Blocking Effect)

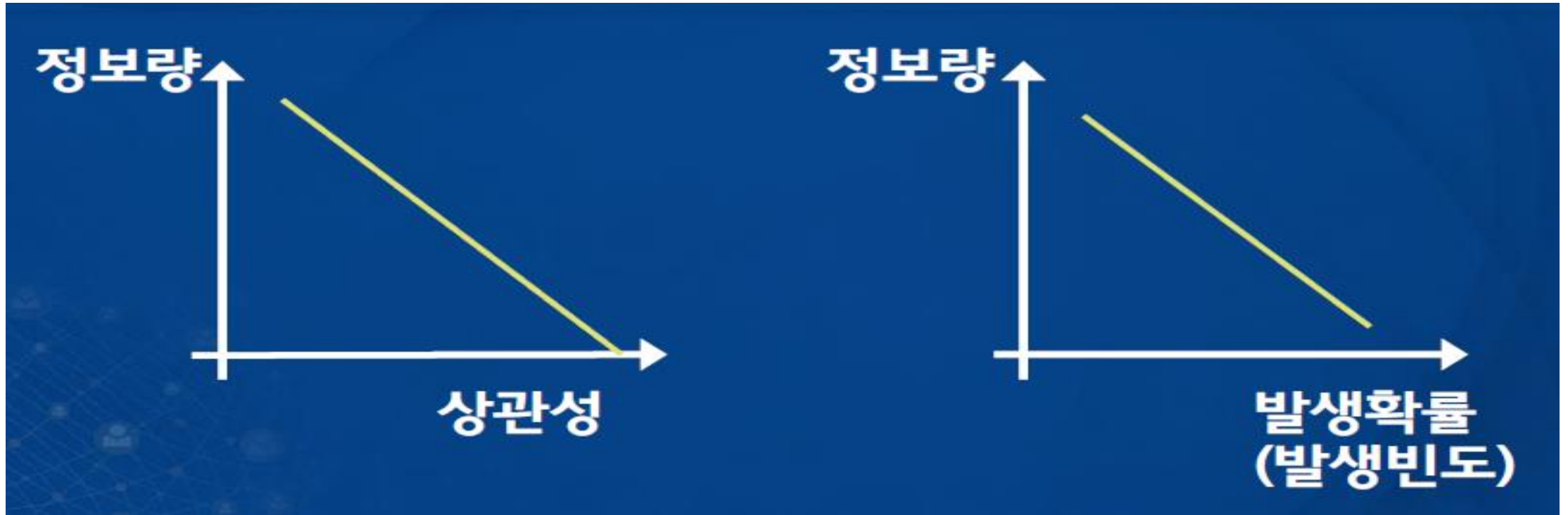
11-2. 기초 정보 이론과 압 축 기술의 원리

기초 정보 이론, Entropy

$$\textit{Entropy}, H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

Entropy : 데이터가 순수하게 가지는 정보량(중복돼 있는 부분 제거하고 순수하기 가지고 있는 정보량)

기초적인 정보 이론



상관성이 크면 클수록 Entropy 낮음
즉, 압축이 잘 될 수 있음

Entropy가 크면 정보량이 떨어짐
특정 데이터가 굉장히 많은 빈도로 등장

예제 1

문자	빈도	이진 부호화	
A	25%	A	10
B	25%	B	11
C	12.5%	C	010
D	12.5%	D	011
E	12.5%	E	000
F	12.5%	F	001

1. 문자 당 평균 비트수

2. 문서의 엔트로피

3. 고정길이의 이진 부호화 시 최소 비트 수

비트의 길이를 서로 다르게 부화 : 가변길이부호화 => 허프만 부호화, 산술부호화 방식
발생 빈도가 높다 : 짧은 부호 할당

문자당 평균 비트 수

$$\sum_{i=1}^6 N_i P_i = (2(2 \times 0.25) + 4(3 \times 0.125)) \\ = 2 \times 0.5 + 4 \times 0.375 = 2.5$$

Handwritten red annotations:
A, B ↓
10 ↓
25% ↓

문자 하나 당 평균 2.5비트가 할당되어 있다.

문서의 엔트로피

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^6 P_i \log_2 P_i &= -(2(\underline{0.25} \log_2 \underline{0.25}) \\ &\quad + 4(\underline{0.125} \log_2 \underline{0.125})) \\ &= 1 + 1.5 = 2.5\end{aligned}$$

고정길이의 이진 부호화 시 최소 비트 수

**6개의 다른 문자를 구분해야 하므로
3비트(8종류 표현 가능)가 필요**

6개 => 2^3 개의 비트가 필요함

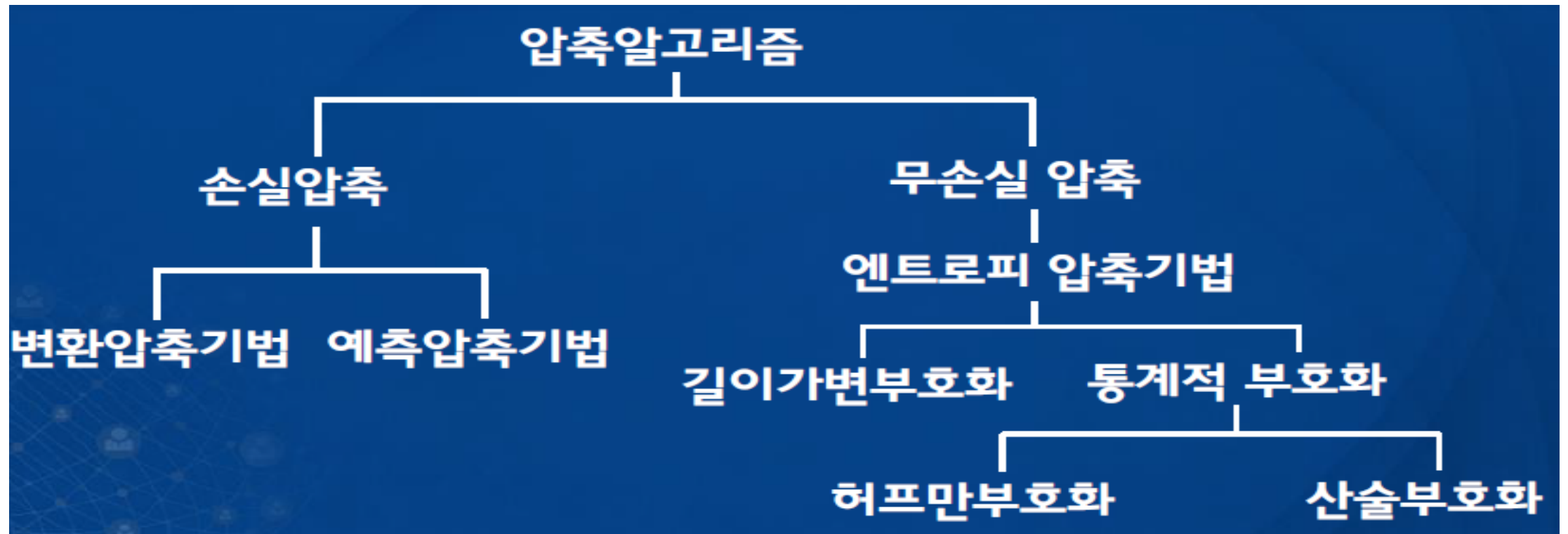
고정 길이 : 3비트 필요

가변 길이 : 2.5비트 필요

압축기술 원리

- 시각/청각적 특징
 - 빛보다 색에 더 둔감하다.
 - 고주파가 저주파에 비해 더 둔감하다.
 - 사람이 눈치채지 못하므로 압축
- 공간적 중복성 제거
 - 비슷한 화소의 차분 값에 저장 공간을 할당하지 않음
- 시간적 중복성 제거
 - 차분 신호를 구해 양자화 레벨을 줄임(동영상, 시간)
- 통계적 중복성 제거
 - 가변적으로 부호로 데이터 사이즈를 줄임

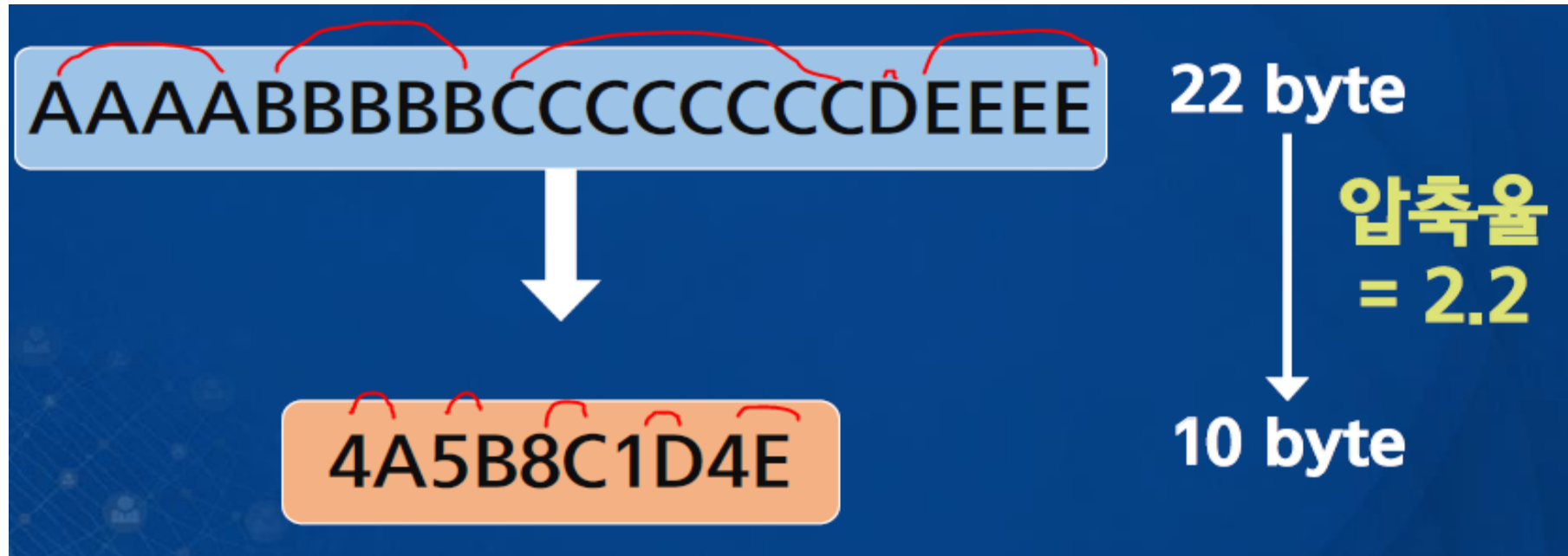
산술 부호화



시각, 청각적 맹점을 이용

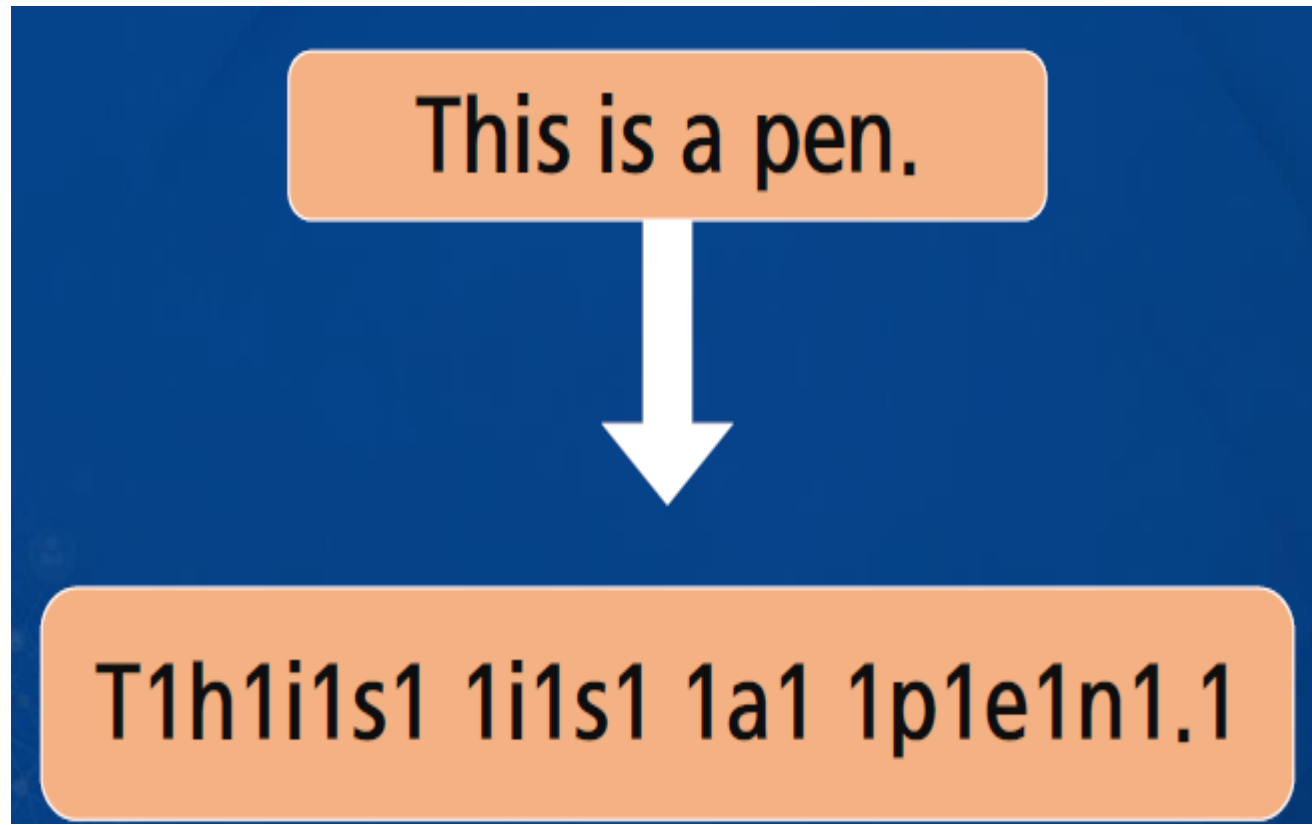
엔트로피 - 손실은 없음

런 - 길이 부호화(Encoding)



무손실 압축 : 인코딩 후 디코딩 시 손실 존재하지 않음

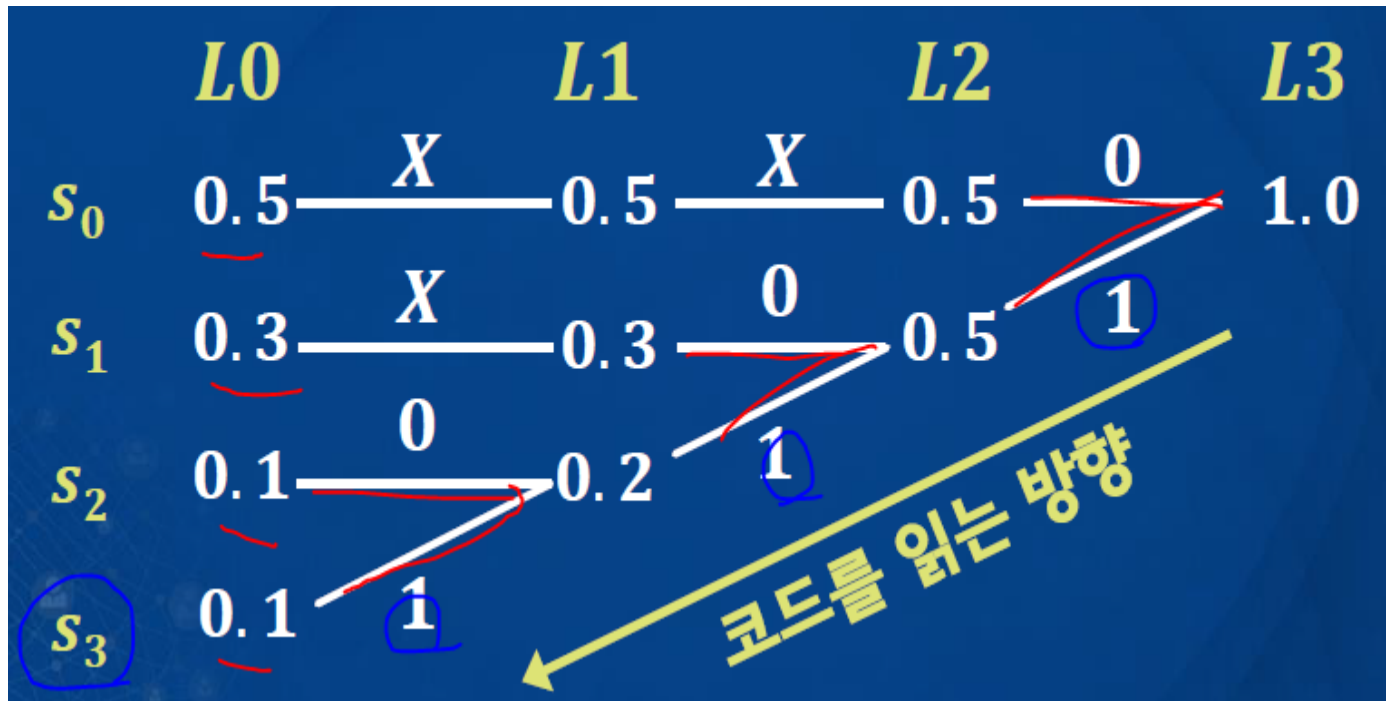
단점



오히려 사이즈가 증가

허프만 부호화

- 확률이 가장 낮은 빈도로 등장하는 것들을 묶는다.
- 0과 1을 할당한다.



S0 : 0
S1 : 10
S2 : 110
S3 : 111

가변길이 VS 고정길이

정보	나타날 확률	2진부호	허프만부호
A	0.5	00	1
B	0.25	01	01
C	0.125	10	001
D	0.125	11	000
평균 부호 길이		2bit	1.75bit

고정길이 : Data가 4개이므로 $2^1 = 2$ 비트 필요
가변길이 : 1.75비트

11-3. 변환 부호화의 개념 과 원리

DCT 방법

- 가장 많이 쓰이는 방법
- FFT(Fast Fourier Transform)
 - Cos 뿐만 아니라 sin 함수의 조합을 통해 변환
- DCT(Discrete Cosine Transform)
 - JPEG 압축 알고리즘에 사용
 - $F(u,v)$: 변환 후 부호화된 영상
 - Cos 함수의 주기에 따라 영상의 고주파 저주파 표현

FDCT와 IDCT

$$\mathbf{F}(u, v) =$$

$$\left(\frac{1}{4}\right) C(u)C(v) \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{16}\right)$$

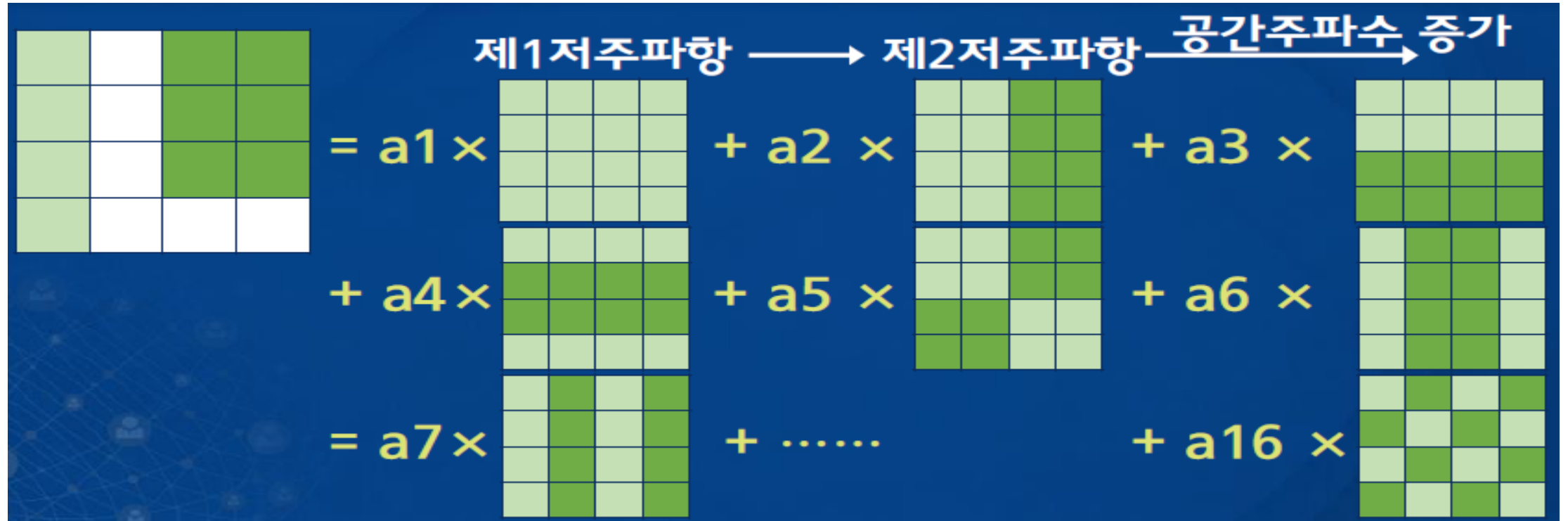
$$C(x) = \begin{cases} 1/\sqrt{2}, & x = 0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f(i, j) =$$

$$\left(\frac{1}{4}\right) \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v) F(u, v) \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{16}\right)$$

Cos 관점에서의 주파수 영역으로 부호화 하는 방법
Inverse DCT : 주파수 변환 후 공간 영역으로 영상 변환

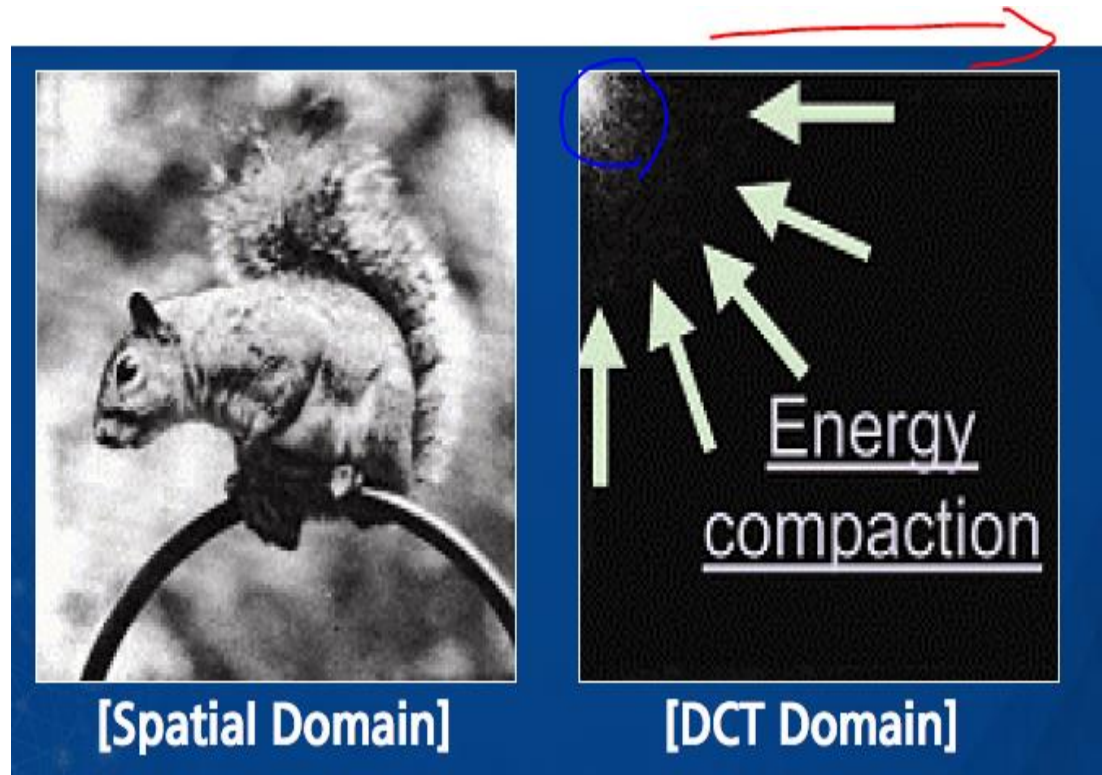
변환 부호화 이론



4x4로 표현 가능한 모든 조합(기저) : 16개
모든 기저를 사용하여 영상 표현 가능

밝았다가 어두워졌다가 -> cos 함수

변환 부호화

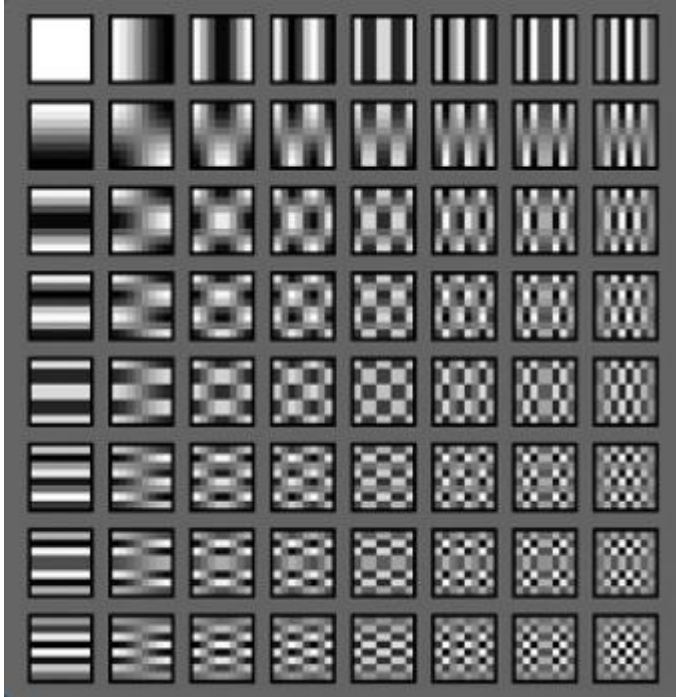


좌측 상단 : 저주파 영역
빨간선(바깥쪽) : 고주파 영역

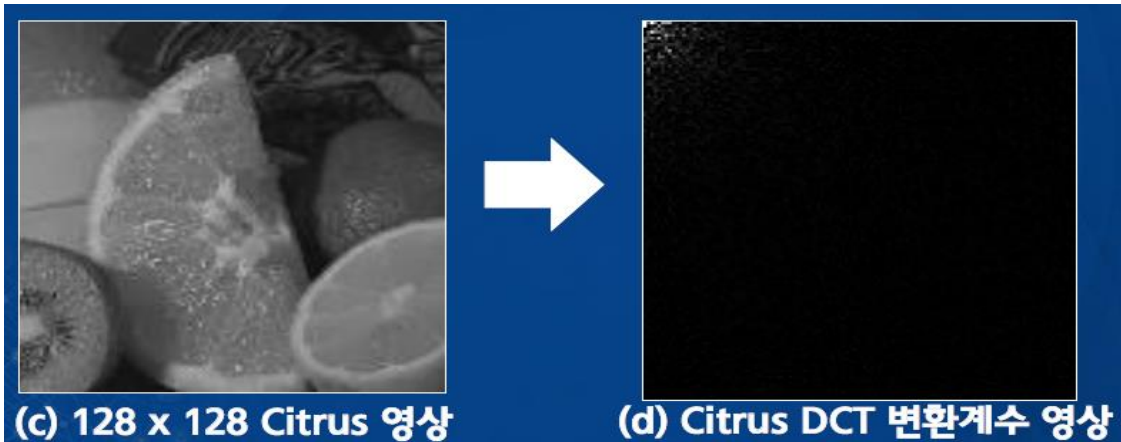
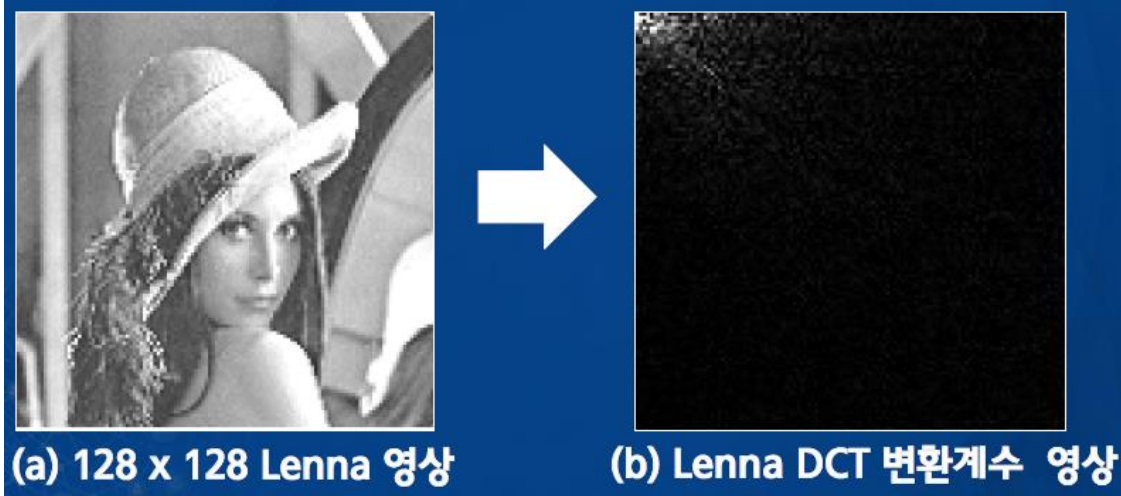


DC : 영상의 평균 밝기

DCT - JPEG 압축

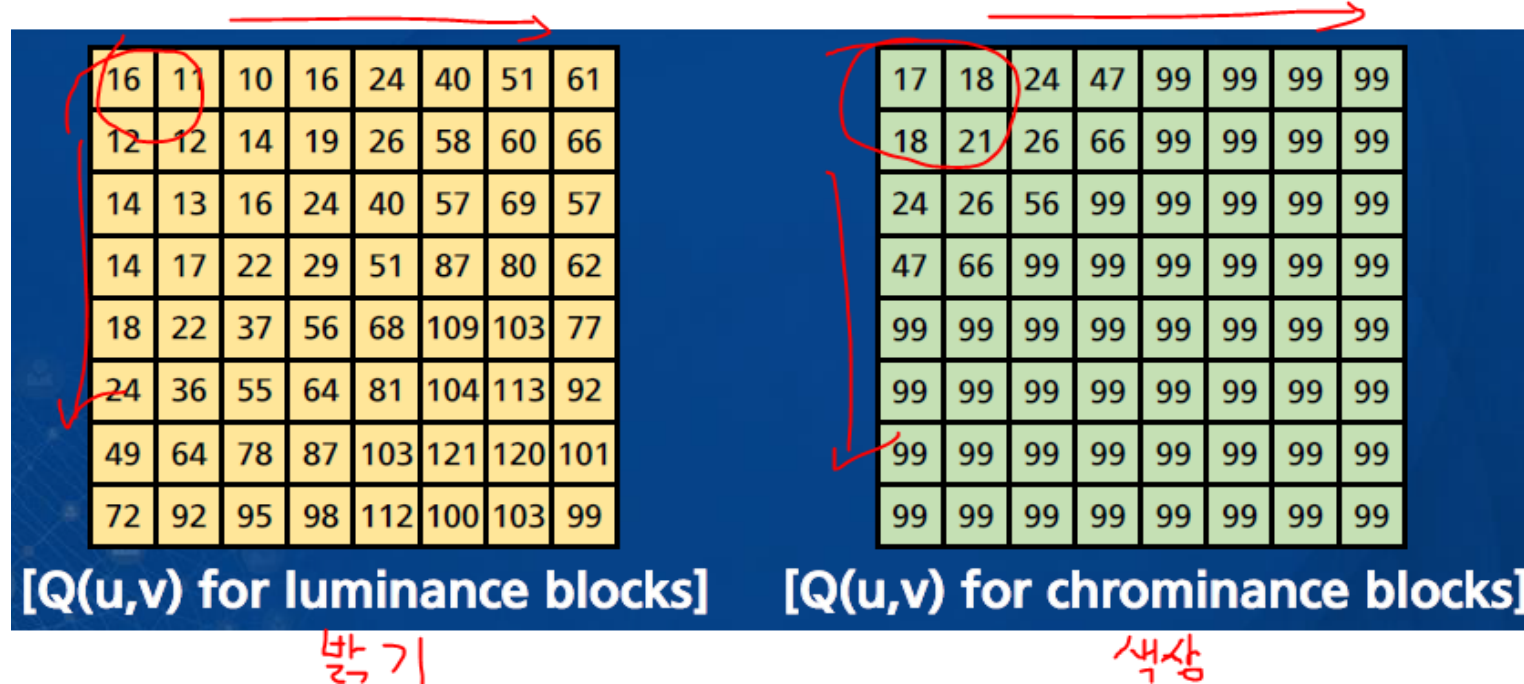


8x8단위로 영상을 DCT 변환하여 압축함
64개의 기저 간 선형 결합
Lenna가 고주파 성분이 많다.
- (영상이 밝고 어두운 부분이 많이 등장)



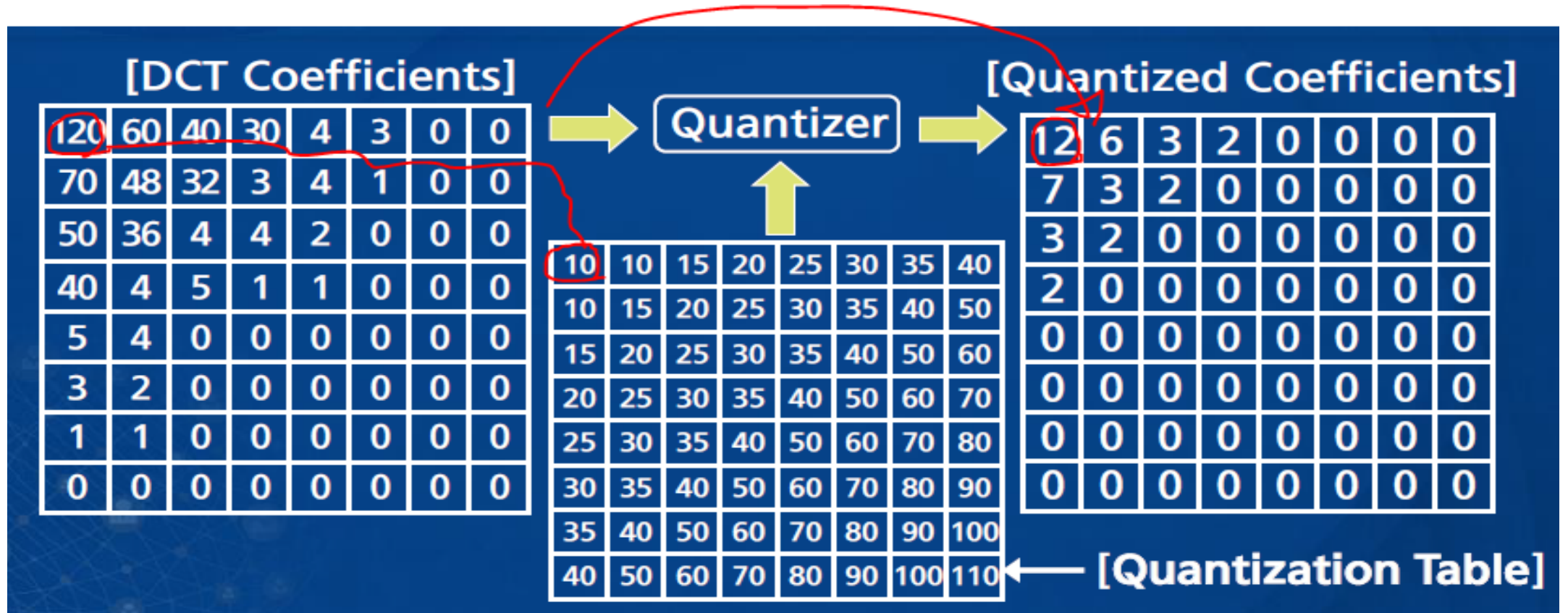
양자화(Quantization)

- 영상을 DCT 변환 뒤, 결과를 양자화 테이블로 나눔
- 나눠주는 것 : 양자화
- 나눈 것을 원상 복귀 : Dequantization(역 양자화)

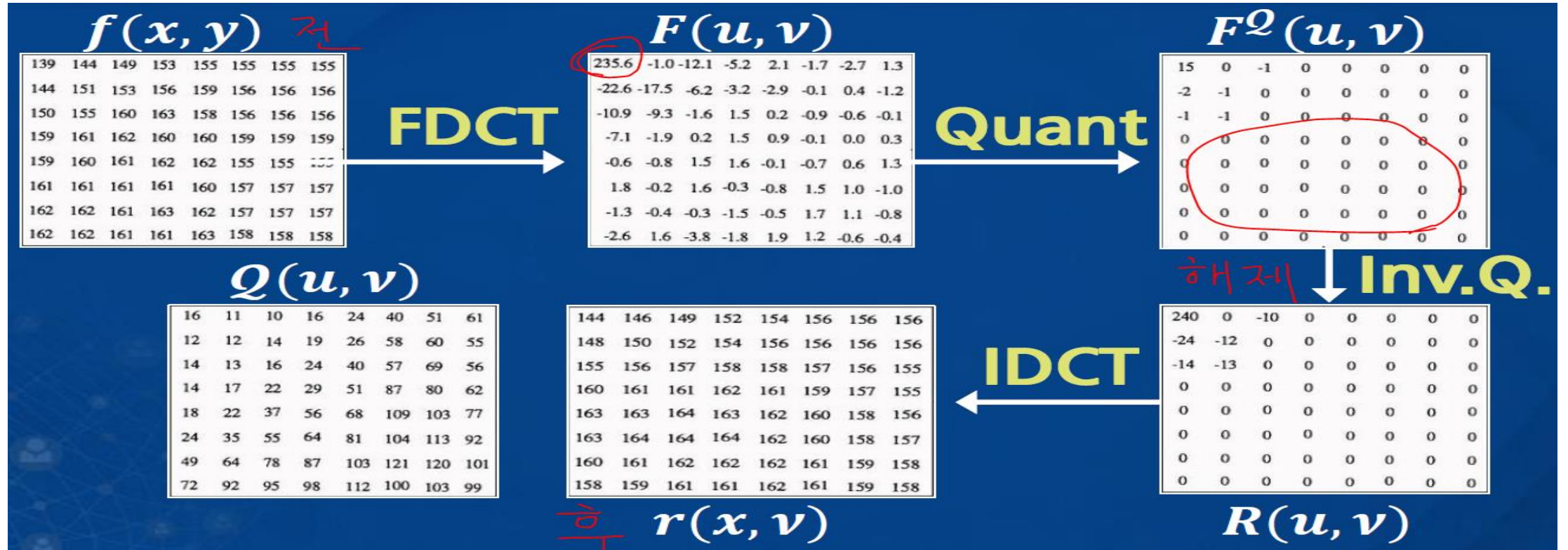


-색상 정보에 대해서는 조금만 보존하고 나머지는 0으로 만듦
-밝기 정보는 많이 보존
-JPEG : RGB 컬러 모델을 YCbCr로 변환하고, Y(Luminance 정보)는 DCT 변환한 다음 luminance blocks로 나누고, Cb와 Cr은 chrominance blocks로 나눠준다.

양자화(Quantization)



JPEG 압축 과정



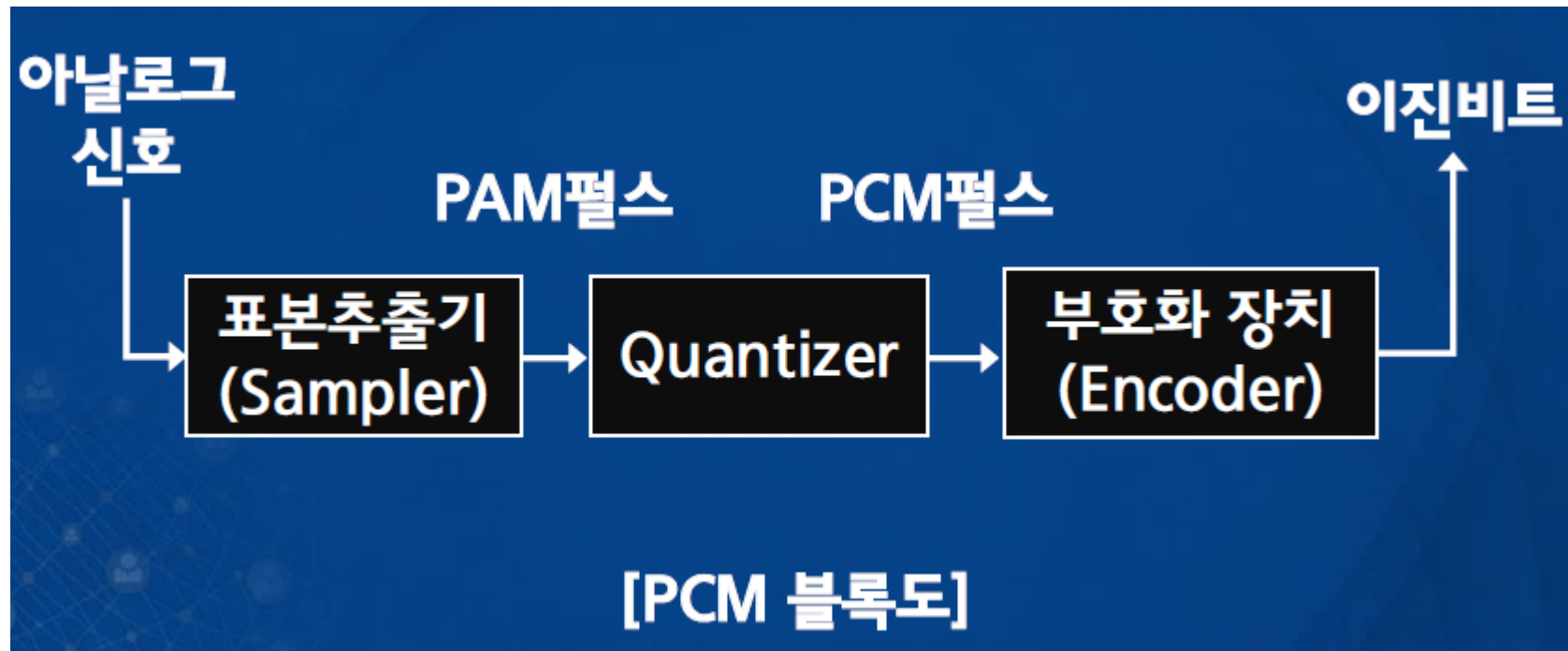
압축 : 원본 영상 화소 값 -> FDCT -> 양자화(Table로 나눠줌)
 해제 : De 양자화(Table 곱해줌) -> IDCT -> 새로운 영상 복원 값

차분 부호화(Differential Encoding)

- 서로 인접한 값들끼리의 차이 값만 저장함
- Locality : 특정 값 주위는 비슷한 값이 존재할 것이다.



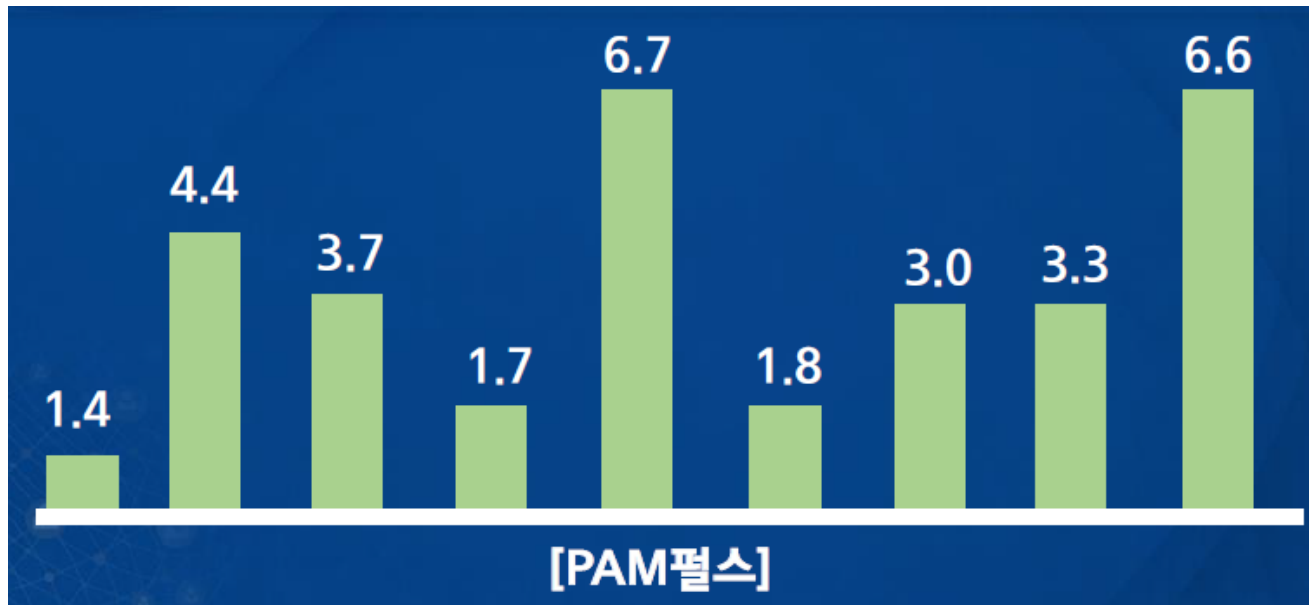
차분 부호화(Differential Encoding)



차분 부호화(Differential Encoding)

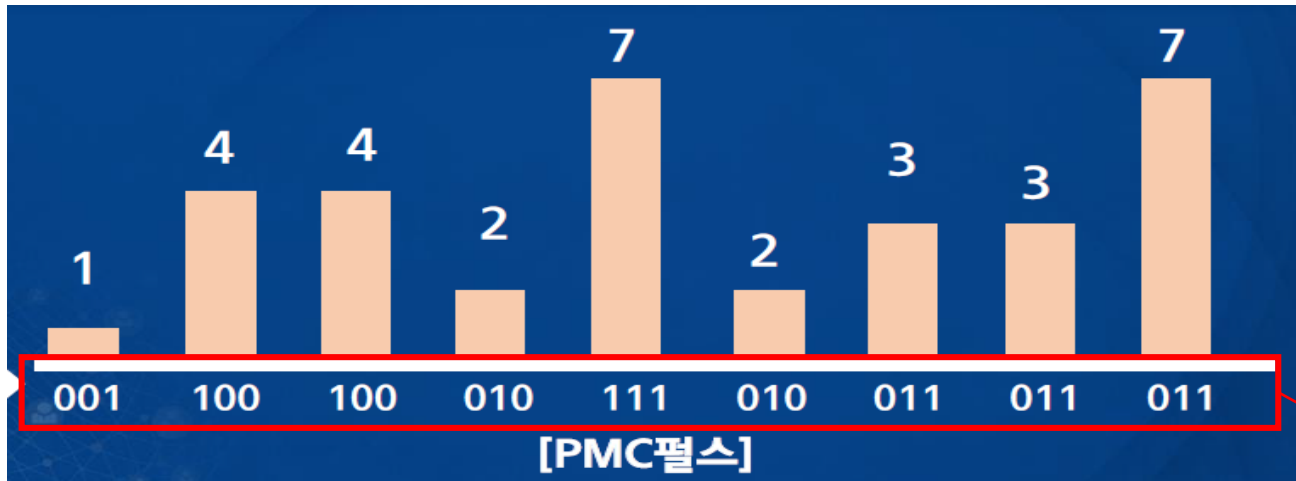


원래 신호를 특정 간격
(Sampling Rate)로 쪼갬다.
아날로그 -> 디지털



원래 신호를 특정 간격
(Sampling Rate)로 쪼갬다.
아날로그 -> 디지털

차분 부호화(Differential Encoding)



양자화
소수점이 아닌 3bits로 표현(8단계)
데이터의 손실 발생

001100100010111010011011111

[PCM결과]

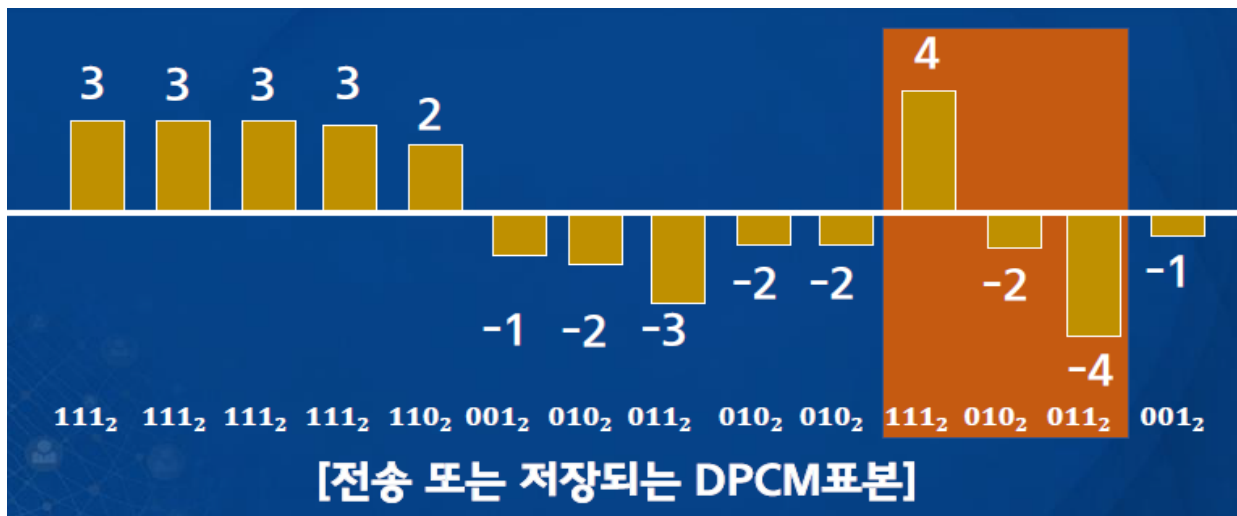
이진수 비트열 나열

차분 부호화(Differential Encoding)



DPCM

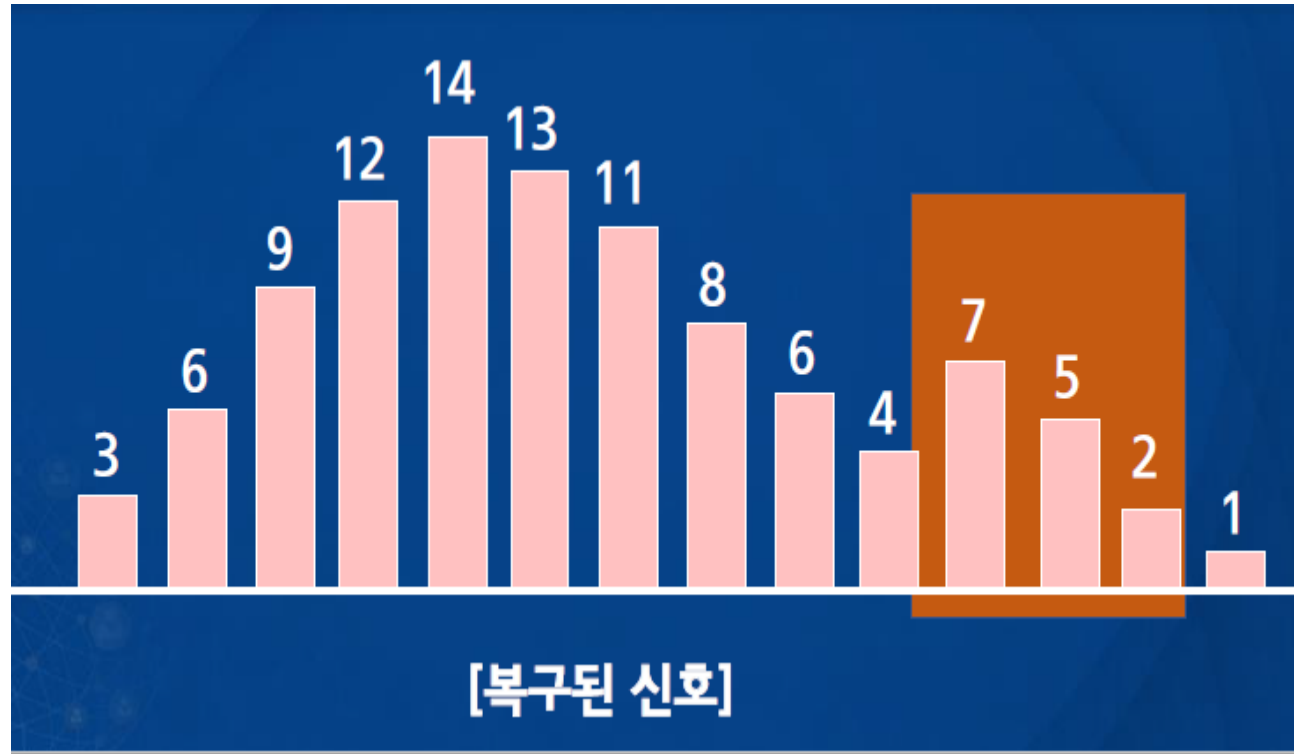
이진수로 나타낸 PCM 결과와 달리,
PCM 펄스를 1차 미분으로 차분 값을 구하
고 이진수로 표현한 것



3개의 비트 중 상위 비트는 부호 비트로 사용
양수 : 1, 음수 : 0

4, -4를 표현할 수 없음(3, -3로 표현함)

차분 부호화(Differential Encoding)



차분 값만 저장했기 때문에 신호 복구 시
문제 발생
Amplitude PCM을 그대로 표현하는 것이 아
니라 차분 값만 표현