

실습 4. Transform

세종대학교 ITRI 연구실

정보통신공학과

하재민

목차

1. 과제 공지

2. 주파수 변환

3. DFT & IDFT

4. DCT & IDCT

5. MSE & PSNR

1. 과제 공지

■ 질의응답 관련 사항

• 조교: 하재민

- 이메일: hajama0123@sju.ac.kr

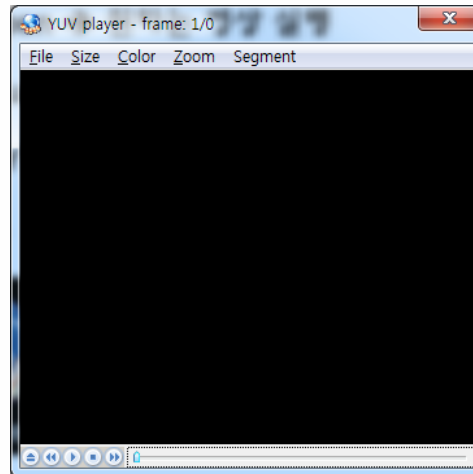
- 번호: 010 2819 8029 (카톡!!)

1. 과제 공지

■ 영상 확인 방법

• yuvplayer 이용

1. File → Open → 원하는 영상 실행
2. Size → Custom → 영상의 가로 세로 크기 입력
3. Color → Y 선택



1. 과제 공지

■ 과제 날짜

• 화요일 분반

- 과제 공지일: 11월 17일 화요일
- 과제 제출일: 11월 23일 월요일 밤 11시 30분까지

• 목요일 분반

- 과제 공지일: 11월 19일 목요일
- 과제 제출일: 11월 25일 수요일 밤 11시 30분까지

1. 과제 공지!!!!!!!!!!!!!!

■ 과제 제출 방법

• 블랙보드 제출

- 코드가 포함된 프로젝트 폴더와 보고서 압축!!!

압축 파일명: 학번_이름,

Ex: 18150074_하재민.zip

18150074_하재민_r1.zip

18150074_하재민_r2.zip

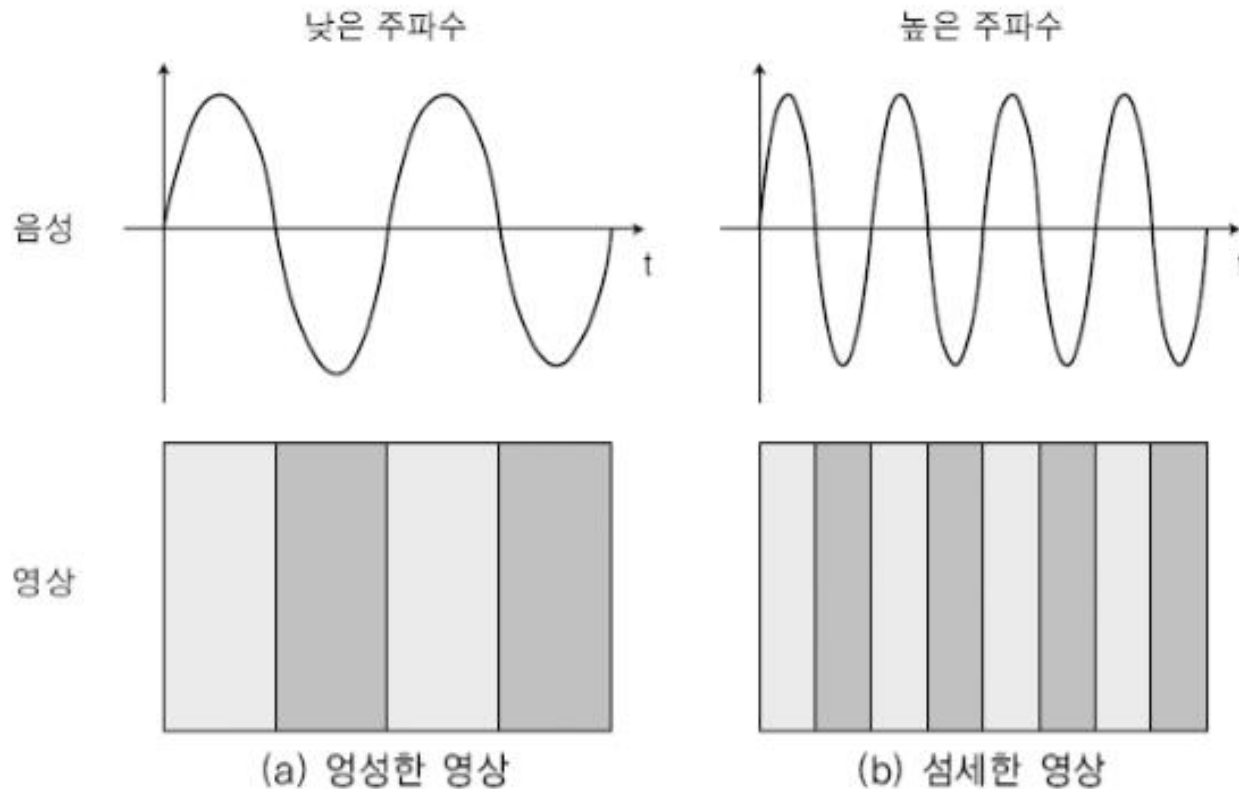


2. 주파수 변환

■ 주파수 변환

• 주파수

- 화소 밝기의 변화 정도를 나타내는 것은 화소 값의 변화율
- 주파수는 밝기가 얼마나 빨리 변화하는가에 따라서 고주파 & 저주파로 구분



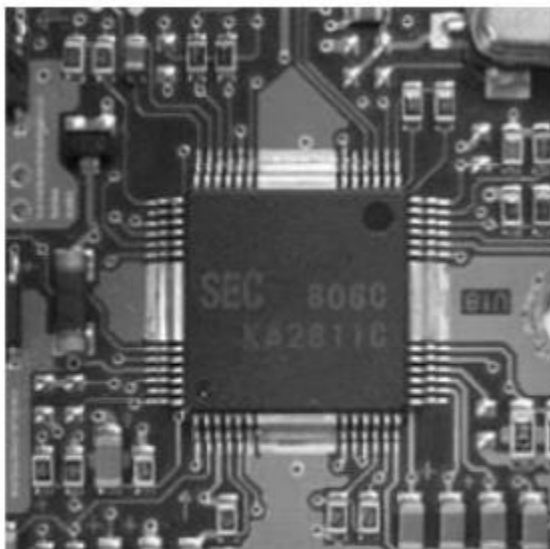
[그림 13-1] 저주파 영상과 고주파 영상의 개념

2. 주파수 변환

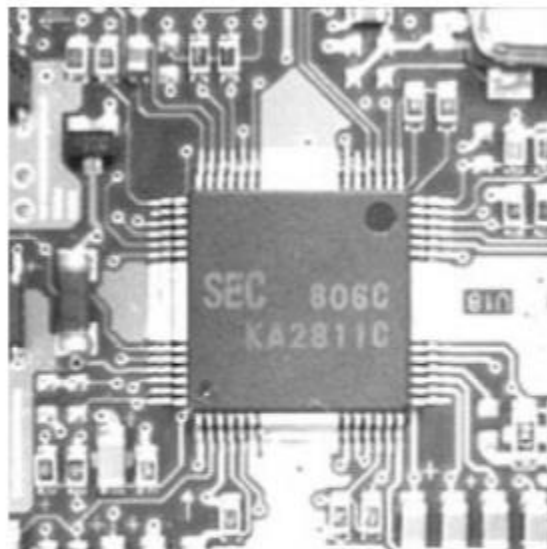
■ 주파수 변환

• 주파수 대역에 따른 영상 변화

- 높은 주파수 성분을 낮추면 섬세한 부분이 사라짐(LPF)
- 낮은 주파수 성분을 낮추면 섬세한 부분이 강조(HPF)



(a) 원본 영상



(b) 고역을 낮춤
(섬세한 부분이 없어서 둔해진다.)



(c) 저역을 낮춤
(영성한 부분이 없어서 에지가 강조된다.)

[그림 13-2] 영상의 주파수 영역에서 주파수 처리

3. DFT & IDFT

■ DFT

I. Forward DFT

$$G(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} g(x, y) e^{-j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}, \quad \begin{cases} u = 0, 1, \dots, M-1 \\ v = 0, 1, \dots, N-1 \end{cases}$$

II. Inverse DFT

$$g(x, y) = \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} G(u, v) e^{j2\pi(\frac{xu}{M} + \frac{yv}{N})}, \quad \begin{cases} x = 0, 1, \dots, M-1 \\ y = 0, 1, \dots, N-1 \end{cases}$$



3. DFT & IDFT

■ 구현 시 문제점

I. 복소수를 C언어에서는 다루지 못한다

$$X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-i \frac{2\pi n}{N} k}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$$

$$e^{-i\theta} = \cos \theta - i \sin \theta$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \left[\cos \frac{2\pi n}{N} k - i \sin \frac{2\pi n}{N} k \right]$$

$$= a + ib = |X| e^{j\phi_G}, \quad |X| = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad \phi_G = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

$$= |X| [\cos \phi_G + i \sin \phi_G] = |X| \cos \phi_G + i |X| \sin \phi_G$$

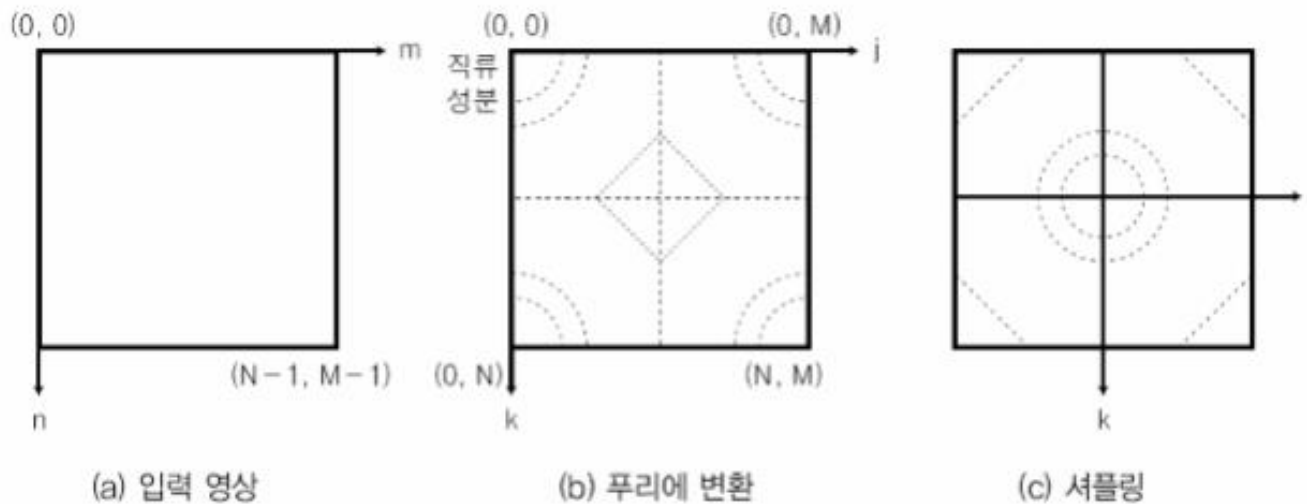
3. DFT & IDFT

■ 스펙트럼 사용 대수식

- 스펙트럼 영상을 나타낼 때 구한 주파수 데이터의 동적 범위가 너무 넓음

$$D(u, v) = c \log[1 + |G(u, v)|] \longrightarrow c \text{는 } G(0, 0) \text{의 크기 성분}$$

- 스펙트럼 영상은 FT의 켈레 대칭성으로 대칭 성분이 발생하여 사각형 네 구석에 DC 성분이 발생
- 셔플링을 통하여 주파수 4분면을 영상의 가운데로 이동



[그림 13-11] 스펙트럼 영상의 대칭성과 셔플링

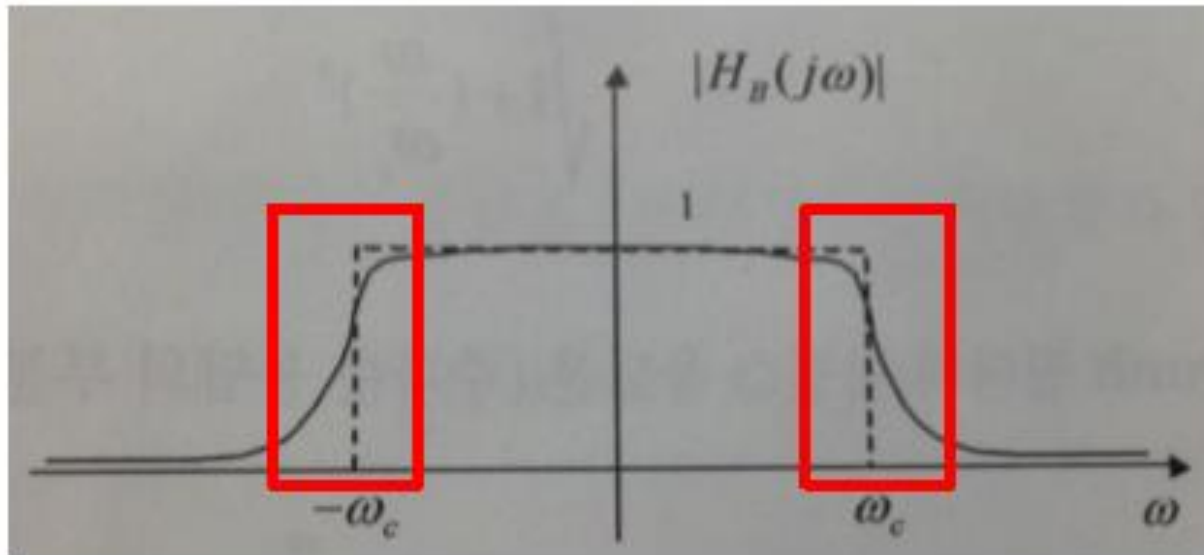
3. DFT & IDFT

■ Butterworth LPF

- 저주파 통과 필터(Low Pass Filter)

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2N}}, \quad \omega = D(u, v) = \sqrt{(u^2 + v^2)}, \quad \begin{cases} \omega_c: \text{Cutoff freq} \\ N: \text{Filter dimension} \end{cases}$$

- 필터의 차수가 높아질수록 주파수 천이 대역이 좁아진다



3. DFT & IDFT

- DFT 결과 출력 (과제)

- 원본: Lena(512x512)
- 변환 블록 크기: $N \times N$ (N 은 2의 지수승), $N=8, 512$ 입력
- 단, 주파수 스펙트럼은 원본이 Lena일 때만 추출 (변환 블록 크기는 512x512)
- MSE, PSNR 결과 출력



원본



주파수 스펙트럼



복원

3. DFT & IDFT

- Low pass filtered DFT 결과 출력

- 원본: Lena(512x512)
- 변환 블록 크기: $N \times N$ (N 은 2의 지수승), $N=512$ 입력
- Cutoff freq = 32, Filter dim = 4
- MSE, PSNR 결과 출력



원본



Low pass filtered



Low pass filtered 복원

4. DCT & IDCT

■ DCT

I. Forward DCT

$$H(u, v) = \frac{2}{\sqrt{MN}} C(u)C(v) \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} h(x, y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2M}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right)$$

II. Inverse DCT

$$h(x, y) = \frac{2}{\sqrt{MN}} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} C(u)C(v)H(u, v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2M}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right)$$

III. Normalized Coefficients

$$c(i) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{2}}, & i = 0 \\ 1, & \text{Otherwise} \end{cases}$$



4. DCT & IDCT

■ DCT 결과 출력 (과제)

- 원본: Lena(512x512)
- 변환 블록 크기: $N \times N$ (N 은 2의 지수승), $N=8$, 512 입력
- 단, 주파수 스펙트럼은 원본이 Lena일 때만 추출 (변환 블록 크기는 512x512, 셔플링 적용 x) → 선택(하고싶은사람만)
- MSE, PSNR 결과 출력



원본



주파수 스펙트럼



복원

5. MSE & PSNR

■ 영상 비교

- 원본 사진과 복원 사진의 파일 일치 비교

- MSE

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \|Ori(i,j) - Recon(i,j)\|^2$$

- PSNR

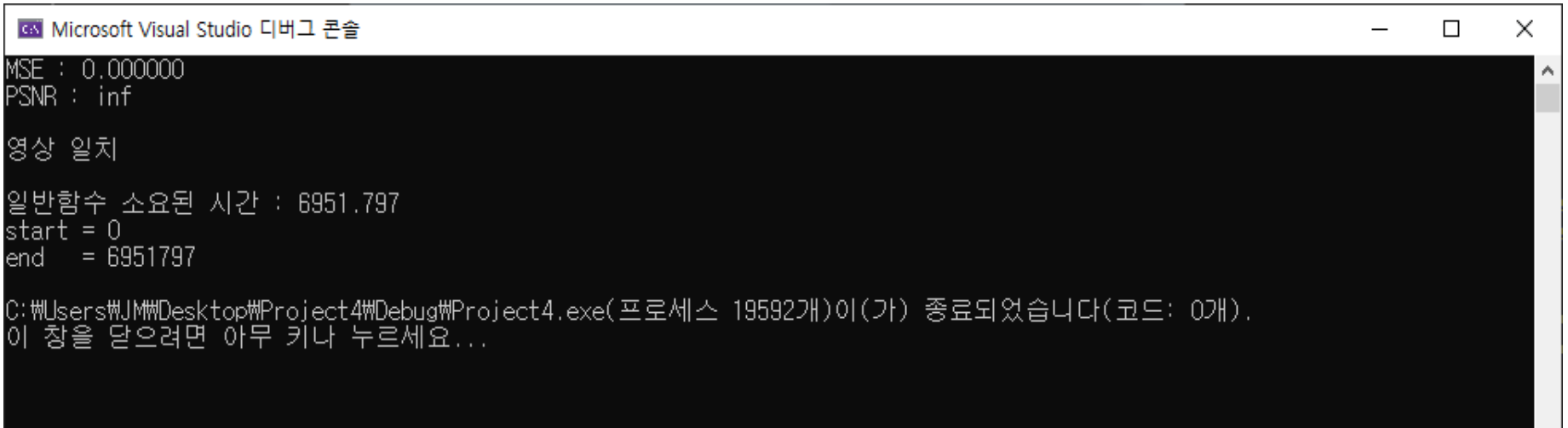
$$PSNR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{MAX^2_{Ori}}{MSE} \right) = 20 \times \log_{10} \left(\frac{MAX_{Ori}}{\sqrt{MSE}} \right)$$

- 결과 화면(LPF가 적용된 복원 사진은 MSE가 0이 아님)

5. MSE & PSNR

■ 영상 비교

- 원본 사진과 복원 사진의 파일 일치 비교
 - 결과 화면(LPF가 적용된 복원 사진은 MSE가 0이 아님)



```
Microsoft Visual Studio 디버그 콘솔
MSE : 0.000000
PSNR : inf
영상 일치
일반함수 소요된 시간 : 6951.797
start = 0
end   = 6951797
C:\Users\JM\Desktop\Project4\Debug\Project4.exe(프로세스 19592개)이(가) 종료되었습니다(코드: 0개).
이 창을 닫으려면 아무 키나 누르세요...
```

마무리 and 질문