

Mid-Term Exam

[AIX7021] Computer Vision

Oct. 20, 2020

- 시험시간: 기본 2시간 + 최대 1시간 연장 (퇴실은 언제든지 가능합니다.)
- 만점: 110점 = 배점 100점 × 가산점 10%
- 가산점: 답안지 쪽수 기준, 제출한 수강생들의 중앙값 이하로 작성한 경우 10% 부여
- 문제지는 총 2쪽입니다. (양면)
- 단답형을 제외하고는 모두 서술형입니다.
- 기입 사항
 - 답안지 첫번째 장: 학번, 학과, 이름, 답안지 전체 쪽수
 - 답안지 각 쪽마다: 해당 답안지의 쪽수
 - 제출할 때 스테플러나 클립으로 철해주세요.

1. (단답형) 우리 수업의 인사말로 “컴퓨터 비전 하이”의 두 글자 줄인말은 무엇인가요. [10점]
2. Convolution에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [5점]
 - (a) (단답형) 두 행렬 f, g 의 convolution $f * g$ 의 정의를 설명하고, weighted sum과의 대표적인 차이점을 말하세요. [3점]
 - (b) 다음 두 행렬 f, g 의 convolution 결과를 예상해보고 직접 구한 값과 비교해보세요. 단, 경계에서 padding은 clamp padding을 적용합니다. [2점]

$$f = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 3 & 7 & 9 \\ 1 & 2 & 2 & 4 & 8 & 8 \\ 2 & 2 & 3 & 6 & 8 & 9 \\ 2 & 3 & 5 & 8 & 9 & 9 \\ 2 & 4 & 7 & 8 & 8 & 9 \\ 3 & 7 & 8 & 9 & 8 & 8 \end{bmatrix} \quad g = [2 \quad 1 \quad 0 \quad -1 \quad -2] \quad (1)$$

3. 확률변수의 일반적인 notation에 대해 $X, X(\omega), x$ 각각의 의미를 차이점 위주로 설명하세요. 또는 $F_X(x) = \Pr(\omega \in \Omega; X(\omega) \leq x)$ 를 확률과 확률변수의 정의에 입각해 그 뜻을 풀어서 설명하세요. [5점]
4. Sobel operator에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [15점]
 - (a) (단답형) 2D symmetric Gaussian kernel $G(x, y; \sigma^2)$ 의 정의와 x, y 각각에 대한 derivative $\frac{\partial G}{\partial x}, \frac{\partial G}{\partial y}$ 를 구하세요. [2점]
 - (b) Gaussian kernel을 이용한 Sobel operator가 무엇인지 설명하세요. [5점]
 - (c) Sobel operator가 steerable filter가 되는 이유가 무엇인지 설명하세요. [5점]
 - (d) 식 (1)의 행렬 f 에 대해 Sobel operator의 결과가 최대가 될 것으로 예상되는 unit vector \hat{u} 의 값이 구체적으로 얼마인지 답하고 그 이유에 대해 설명하세요. [3점]

5. Fourier transform에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [20점]

- (a) (단답형) 이미지 $g(x, y)$ 에 대한 Fourier transform $\mathcal{F}(g(x, y))(u, v)$ 의 정의를 쓰세요. [5점]
- (b) Fourier transform의 정의로부터 Fourier basis는 무엇인지 설명하고, 주어진 $(u, v) = (1, 1)$ 일 때 Fourier basis의 real component는 어떤 형태의 이미지인지 직접 그리세요. 단, 각 축의 범위와 원점을 반드시 명시하세요. [5점]
- (c) Frequency domain 상의 주어진 주파수 (u, v) 에 대해서 구한 Fourier transform의 함수값 $\mathcal{F}(g(x, y))(u, v)$ 은 입력된 이미지 $g(x, y)$ 에 대해 어떤 물리적인 의미를 갖는지 설명하세요. [10점]

6. Bilateral filter에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [15점]

- (a) Bilateral filter $g(i, j)$ 는 두 kernel d 와 r 의 곱으로 정의되는데, 이 두 가지 kernel 각각의 정의와 물리적인 의미에 대해 설명하세요. [10점]

$$\text{Bilateral filter: } g(i, j) = \frac{\sum_{k,l} f(k, l)w(i, j, k, l)}{\sum_{k,l} w(i, j, k, l)} \text{ for a given image } f(i, j) \quad (2)$$

$$\text{where } w(i, j, k, l) = d(i, j, k, l; \sigma_d^2) \cdot r(i, j, k, l; \sigma_r^2) \quad (3)$$

- (b) Bilateral filter가 edge preserving한 특성을 가질 수 있는 이유를 설명하세요. [5점]

7. Gaussian pyramid에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [10점]

- (a) Nyquist sampling theorem에 대해 설명하세요. [5점]
- (b) 이미지의 resize를 단순히 subsampling 하는 것이 아니라 Gaussian blur 후에 subsampling을 취하는 이유에 대해서, sampling과 band-pass filtering 관점에서 설명하세요. [5점]

8. Harris corner detector에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [10점]

- (a) 주어진 $\Delta \mathbf{u}$ 에 대해 auto-correlation matrix $E_{AC}(\Delta \mathbf{u})$ 의 정의와 그 의미에 대해 설명하세요. [5점]
- (b) Auto-correlation matrix A 의 정의와 더불어, A 의 eigenvalue λ_x, λ_y 로부터 corner 여부를 판별하는 방법을 설명하세요. [5점]

9. Clustering에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요. [10점]

- (a) K-means clustering 알고리즘의 EM method를 설명하세요. [5점]
- (b) MoG clustering 알고리즘의 EM method를 설명하세요. [5점]