

# Final Exam

[AIX7021] Computer Vision

Dec. 08, 2020

- 시험시간: 기본 2시간 + 최대 1시간 연장 (퇴실은 언제든지 가능합니다.)
- 만점: 100점
- 문제지는 양면이고 총 2쪽입니다.
- 기입 사항
  - 답안지 첫번째 장: 학번, 학과, 이름, 답안지 전체 쪽수
  - 답안지 각 쪽마다: 해당 답안지의 쪽수
  - 제출할 때 스테플러나 클립으로 철해주세요.

1. 확률과 확률변수의 정의에 입각하여  $F_X(x) = \Pr(\omega \in \Omega; X(\omega) \leq x)$ 의 의미를 상세하게 서술하세요. [8점]
2. Harris corner detector에 대한 다음의 질문에 대해 답하세요.
  - (a) 주어진  $\Delta \mathbf{u}$ 에 대해 auto-correlation matrix  $E_{AC}(\Delta \mathbf{u})$ 의 정의와 그 의미에 대해 설명하세요. [4점]
  - (b) Auto-correlation matrix  $A$ 의 정의와 더불어,  $A$ 의 eigenvalue  $\lambda_x, \lambda_y$ 로부터 corner 여부를 판별하는 방법을 설명하세요. [3점]
  - (c) Optical flow를 이용한 Kanade-Lucas-Tomasi (KLT) feature tracker가 어떻게 유도되는지 설명하세요. [8점]
  - (d) KLT feature tracker와 Harris corner detector와의 관계를 설명하세요. [3점]
3. MoG clustering 알고리즘의 EM method를 설명하세요. [7점]
4. Minimum cut에 대한 다음의 설명에 대해 답하세요.
  - (a) Minimum cut 문제가  $\min \frac{x^T(D-W)x}{x^T x}$ 로 유도되는 과정을 설명하세요. [5점]
  - (b) Normalized cut이 minimum cut의 어떤 문제를 어떻게 해결하는지 설명하세요. [8점]
5. Singular value decomposition (SVD)에 대해서 다음에 대해 답하세요.
  - (a) 주어진 벡터  $x$ 를 행렬  $A$ 를 통해  $y = Ax$ 로 변환하는 과정을 SVD를 이용하여 세단계로 설명하세요. 수식으로 먼저 표현하고 그 물리적/기하학적 의미를 서술하세요. [10점]
  - (b) 주어진 행렬  $A$ 가 unit circle을 ellipsoid로 변환시켰을 때, ellipsoid의 장, 단축의 방향과 크기가 행렬  $A$ 를 SVD한 결과  $A = U\Sigma V^T$ 와 어떤 관계를 갖는지 설명하세요. [5점]
  - (c) 주어진 데이터  $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ 를 total least square 문제로 변환하고 일반적인 least square 문제와의 차이점이 무엇인지 설명하세요. 그리고 그 해를 SVD를 통해 구하는 방법을 설명하세요. [5점]
6. RANSAC을 통해 outlier를 제거하는 과정을 서술하세요. [5점]

7. Matrix factorization을 통한 dimensional reduction 방법인 principal component analysis (PCA), non-negative matrix factorization (NMF), vector quantization (VQ)의 차이를 constraint에 입각해서 설명하세요. [6점]
8. Support vector machine (SVM)와 관련된 다음의 질문에 답하세요.
- (a) SVM은 convex optimization의 일종입니다. Linear binary classification인 SVM  $y(x) = w^T x$ 의 margin을 최대화한다는 objective function과 주어진 모든 데이터  $\{(t_1, x_1), \dots, (t_n, x_n)\}$ 에 대해서 separable하다는 inequality constraint를 쓰세요. [8점]
  - (b) 최적화를 통해 얻어진 SVM의 parameter  $w$ 를 주어진 학습 데이터  $\{(t_1, x_1), \dots, (t_n, x_n)\}$ 와 inequality constraint에 대한 Lagrangian multiplier  $a_n$ 로 표현하고, 주어진 학습 데이터 내의 샘플들에 대한 support vector 여부가  $w$ 의 해에 어떤 형태로 반영되어 있는지 설명하세요. [5점]
9. Particle filter에서 하나의 particle은 위치와 크기를 갖는 원으로 표현할 수 있습니다. Sequential Bayesian filter의 일종인 particle filter가 매 step 반복하는 과정을 그림을 통해 설명하세요. 다음의 개념을 반드시 포함해야 합니다: prior, posterior, observation (measurement), state transition (dynamic model). [10점]