

Mã lớp học phần: ELT3077 20

Tên học phần: Hệ thống robot thông minh

Đề thi gồm 5 câu, 3 trang

Hình thức thi: Tự luận

Thời gian làm bài: 120 phút, không kể thời gian phát đề.

Sinh viên không được phép sử dụng tài liệu.


Câu 1 (1 điểm)

Một robot được trang bị cảm biến đo xa laser để đo khoảng cách tới các điểm mốc. Tại thời điểm t , cảm biến này trả về các giá trị 7 m và 5 m tương ứng với khoảng cách tới hai điểm mốc $P_1(2,3)$ và $P_2(8,3)$. Hãy tính tọa độ (x,y) của robot này biết rằng robot bị giới hạn ở trong góc phần tư thứ nhất của hệ tọa độ.

Câu 2 (1.5 điểm)

Cho biết một vùng ảnh bên trái có các giá trị mức xám tương ứng phần bên phải.

What are the data look like in Cameraman?



156	159	158	155	158	156
160	154	157	158	157	159
156	159	158	155	158	156
160	154	157	158	157	159
156	153	155	159	159	155
155	155	155	157	156	159
156	153	157	156	153	155
159	159	156	158	156	159
158	155	158	154	156	160
155	154	157	158	160	160
154	157	157	157	156	155
152	150	155	154	152	156
157	153	156	155	157	160
151	154	157	156	156	158
156	157	157	160	159	159
157	158	159	157	157	154
154	154	156	157	158	159
151	153	157	152	156	156

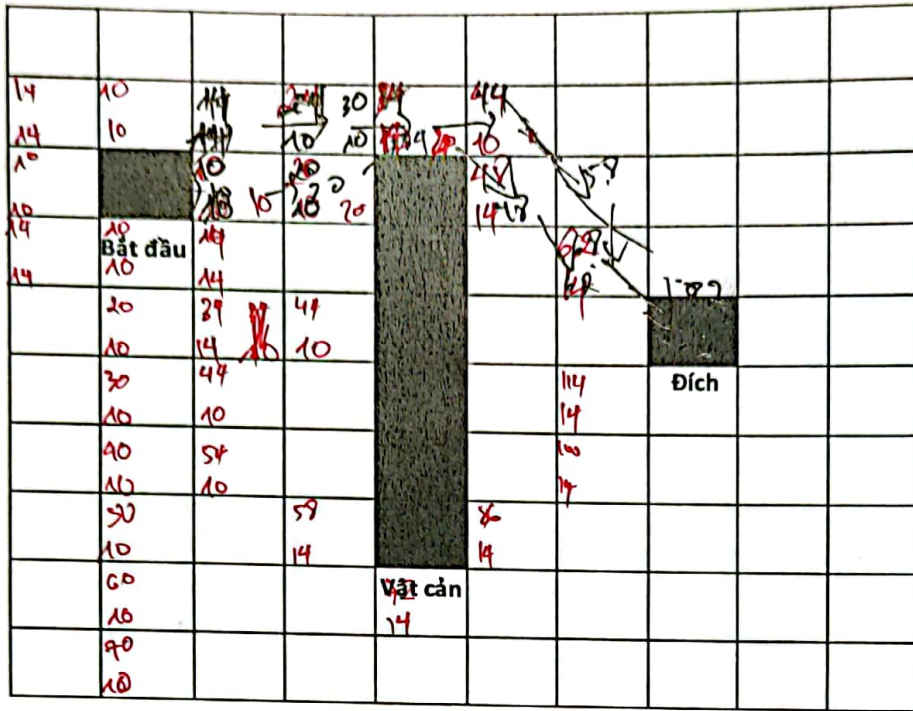
Hãy tính giá trị mức xám của điểm ảnh ở vị trí (3,8) (vị trí được khoanh tròn) khi kỹ thuật xử lý sau đây được áp dụng:

- Phân ngưỡng thresholding với giá trị ngưỡng là 157
- Lọc trung bình (average filter) với lựa chọn điểm ảnh lân cận là kiểu 4-kết nối (4-connectivity)
- Lọc trung vị (median filter) với lựa chọn điểm ảnh lân cận là kiểu 8-kết nối (8-connectivity)
- Kéo giãn độ tương phản (contrast stretching)

Câu 3 (1 điểm)

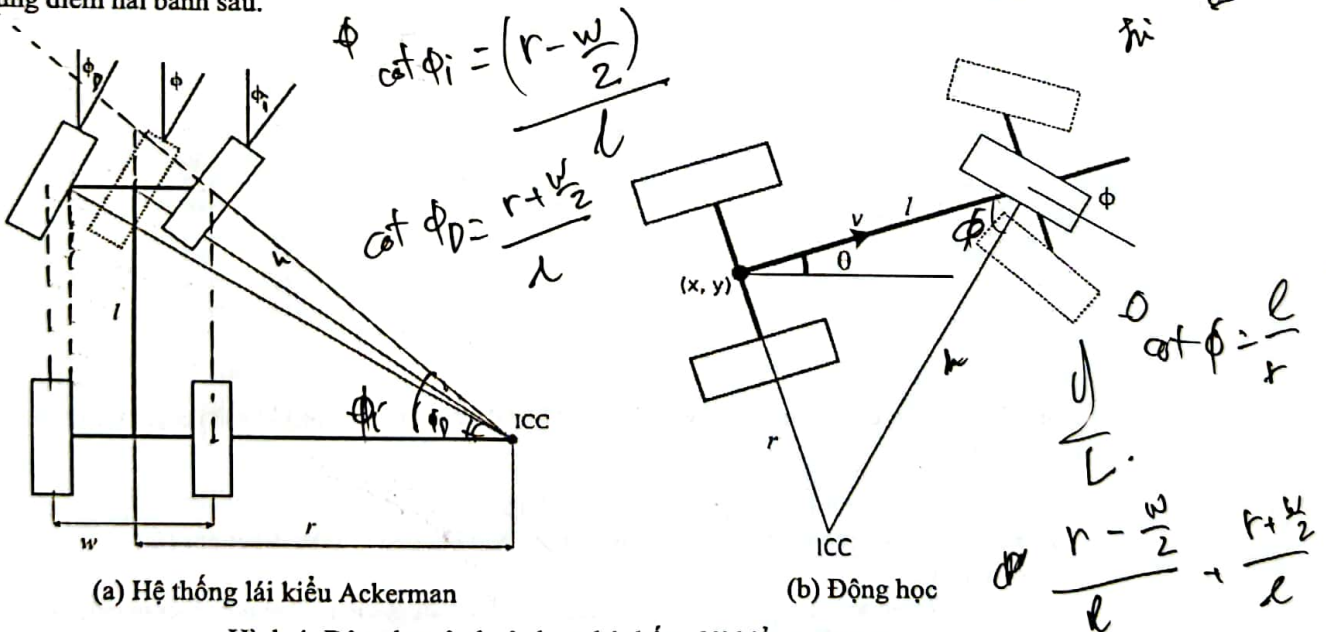
Cho bản đồ lập đường đi theo giải thuật A* như hình dưới đây trong đó vị trí bắt đầu và đích của robot được biểu diễn bởi ô Bắt đầu và ô Đích. Hãy tính chi phí biết được $g(n)$, chi phí ước tính $h(n)$, và tổng chi phí $f(n)$ cho các ô liên quan khi thực hiện hai vòng lặp của giải thuật biết rằng phép đo khoảng cách sử dụng là theo khối ô (city-block) cho toàn bộ các tính toán.

Lưu ý: Sinh viên có thể trả lời bằng cách vẽ và ghi giá trị vào các ô.



Câu 4 (3.5 điểm)

Các xe ô tô thông thường cũng như xe tự hành thường sử dụng hệ thống lái kiểu Ackerman có biểu diễn hình học như trong hình 4a trong đó w là khoảng cách giữa hai bánh sau, l là chiều dài trục cơ sở, ϕ_o và ϕ_i lần lượt là góc lái của bánh phía ngoài và phía trong, r là khoảng cách giữa tâm quay ICC và trung điểm hai bánh sau.



Hình 4: Động học ô tô sử dụng hệ thống lái kiểu Ackerman

- a) Để tính toán động học của ô tô, hai bánh lái phía trước của ô tô được mô hình bằng một bánh tương đương ở chính giữa với góc lái ϕ . Hãy chứng minh mối liên hệ sau giữa các góc:

$$\cot(\phi) = \frac{\cot(\phi_o) + \cot(\phi_i)}{2} = \frac{2r}{l}$$

- b) Đặt tâm chuyển động của xe tại trung điểm của hai bánh sau có tọa độ và hướng (x, y, θ) đối với hệ tọa độ toàn cục. Giả thiết vận tốc của hai bánh sau là v và góc lái là ϕ như hình 4b. Hãy xác định phương trình động học của ô tô biết rằng:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix}_I = Q \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix}_R$$

Trong đó I và R lần lượt biểu diễn hệ quy chiếu toàn cục và hệ quy chiếu gắn với tâm xe, Q là ma trận xoay:

$$Q = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- c) Giả thiết rằng vị trí hiện tại của xe là (2,3) và xe đang hướng theo phương y . Hãy tính độ cong (curvature) của đường của để xe tới vị trí (9,10) theo phương pháp Pure Pursuit.

Lưu ý: Sinh viên có thể làm riêng từng phần (a), (b) hoặc (c).

Câu 5 (3 điểm)

Một chiếc tàu tự hành hoạt động ngoài khơi quần đảo Trường Sa di chuyển theo đường thẳng với vận tốc cố định $v = 20$ m/s (khoảng 40 hải lý/giờ). Do điều kiện thời tiết, vị trí của tàu bị ảnh hưởng bởi nhiễu với phương sai $Q = 25$. Để khắc phục vấn đề này, tàu trang bị một cảm biến cho phép đo bình phương khoảng cách tới một điểm mốc, ví dụ như ngọn hải đăng. Tuy nhiên, cảm biến này cũng bị ảnh hưởng bởi nhiễu đo với phương sai $R = 256$.

- a) Hãy viết phương trình biểu diễn vị trí x_k của tàu và phép đo bình phương khoảng cách z_k tới điểm mốc x_A trong miền thời gian rời rạc biết rằng thời gian lấy mẫu $T = 0.5$ giây và điểm mốc có tọa độ $x_A = 1$.
- b) Trong hai chu kỳ lấy mẫu đầu tiên, cảm biến trả về các giá trị đo lần lượt là $z_1 = 110$ m và $z_2 = 412$ m. Hãy sử dụng bộ lọc Kalman để ước lượng vị trí của tàu cùng với phương sai sai số ước lượng P trong hai chu kỳ lấy mẫu này biết rằng vị trí ban đầu của tàu là $x_0 = 0$ với sai số ước lượng ban đầu là $P_0 = 1$. Cho biết các phương trình của bộ lọc Kalman như sau:

Pha dự đoán: $\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_{k-1}$ $P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q$	Pha hiệu chỉnh (Kalman mở rộng): $K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + R_k)^{-1}$ $\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - h(\hat{x}_k^-, 0))$ $P_k = (I - K_k H_k) P_k^-$
--	--

HẾT ĐỀ