

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, 1 Blatt handgeschriebene Formelsammlung
Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Bitte beantworten Sie die folgenden 20 Fragen innerhalb der angegebenen Zeilen:

Σ : 23/60

1. Nennen Sie drei sinnvolle Einsatzgebiete von mobilen kooperativen Robotern:

- a) ~~Museums Fühler~~ roboter Erkundungsroboter / Dronen wie ^{ein Quadcopter die im Hott fliegen}
- b) Lavinen rettungs roboter (suchen systematisch ein gebiet ab)
- c) Humanide Fußball $\frac{1}{2}$ Robot (Kombinieren die nachste ^{Attacker oder wo der Ball ist!}

3/3

2. Nennen Sie drei Anforderungen an die in mobilen Robotern eingesetzten Batterien:

- a) sehr viele Ladezyklen
- b) hohe Leistung / ausdauer \rightarrow lang anhaltend
- c) preiswert / leicht (Gewicht)

3/3

3. Ein mobiler Roboter kann sich nur eindimensional in x-Richtung bewegen. Die maximale Beschleunigung betrage a_{\max} . Geben Sie eine nicht-holonome Zwangsbedingungen abhängig von x und a_{\max} an?

$$\left| \frac{dx}{dt} \right| \leq a_{\max} \quad \left| \frac{dx}{dt} \right| \leq a_{\max}$$

1/3

4. Ordnen Sie die folgenden Kinematiken mobiler Roboter hinsichtlich Ihrer Geländegängigkeit (beste Geländegängigkeit zuerst):

¹ Dreiradantrieb, ² Mecanum-Antrieb, ³ omnidirektionaler Differenzialantrieb

- a) 3 omnidirektionaler Differenzial antrieb
- b) 1 Dreiradantrieb
- c) 2 Mecanum-Antrieb

0/3

5. Bei einem Roboter mit Killough-Antrieb ($L = 20 \text{ cm}$, $\alpha = 60^\circ$) werden nur die Räder 1 und 2 jeweils mit der Geschwindigkeit $v = 10 \text{ cm/s}$ angetrieben. Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit des Roboters im Roboterkoordinatensystem?

$$v_b = 0 \quad \omega = 10 \text{ cm/s} \cdot 1/(20 \text{ cm}) \cdot 180^\circ/\pi = 28,65^\circ/\text{s}$$

0/3

6. Was versteht man bei mobilen Robotern unter entkoppelter Bewegung von v und ω ?

Entkoppelte Bewegung ist für viele Anwendungen unbefriedigend
Gleichzeitige Variation von v und ω ermöglicht glatte Bahnkurven die
schneller und mit genaueren Schlupf befahren werden ✓

2/3

7. Ein mobiler Roboter weise eine maximale Winkelbeschleunigung von $5^\circ/\text{s}^2$ auf, und seine höchste Winkelgeschwindigkeit betrage $10^\circ/\text{s}$. Wie lange dauert es mindestens, bis er sich aus dem Stand um 360° gedreht hat?

$$t = \omega_{\text{max}} / \dot{\omega} = 2$$

$$s_b = 100^\circ/\text{s} / (2 \cdot 5^\circ/\text{s}^2) = 10^\circ \quad \checkmark \quad 360^\circ - 10^\circ = 350^\circ \quad \checkmark$$

$$350/2 = 175\text{s} + 2\text{s} = 177\text{s} \rightarrow \text{benötigt er}$$

1/3

8. Warum können bei mobilen Robotern im allgemeinen die Bahn- und die Winkelgeschwindigkeit nicht unabhängig voneinander eingestellt werden?

Wail das System die Werte für seine Berechnungen benötigt und
das System die Fahrtrichtung darüber einstellt
nicht-holonome Systeme ✓

0/3

9. Worin liegt der wesentliche Vorteil einer Bahnregelung gegenüber einer Bahnsteuerung?

Bahnregelung sagt etwas über die ~~Regler~~ Regler sowie über die Geschwindigkeit etwas aus

1/3

10. Warum ist es wichtig, mit einem Encoder auch die Drehrichtung der Antriebsräder erfassen zu können?

Damit Geschwindigkeit durch zeitliche Ableitung des Weges bestimmt.

Auch absolute Winkelcodierung möglich durch Gray-codes:

Wegmessung durch Winkelmessung

1/3

11. Worin liegt die wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung von Laser-Entfernungssensoren auf Basis von Laufzeitmessungen?

Laufzeit messen

✓

Triangulation

✓

Intensitätsmessung

✓

1/3

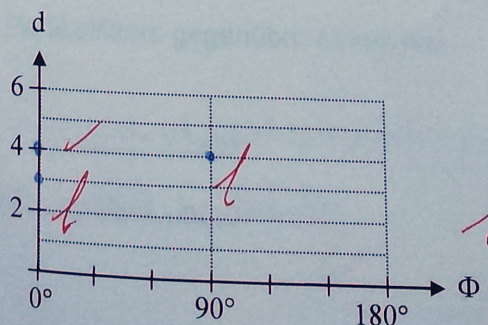
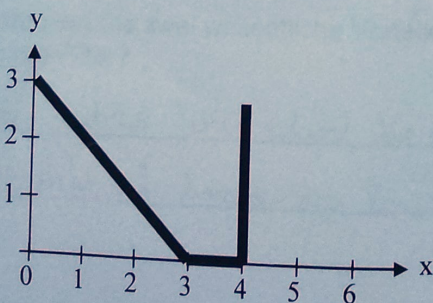
12. Welche Nachteile sind mit dem Einsatz künstlicher Landmarken für die Roboterlokalisierung verbunden?

a) nicht richtig identifizierbar für den Roboter oder ~~Zuverlässigkeit~~ das System kann Sie nicht zuordnen

b) Landmarke defekt oder verdeckt

3/3

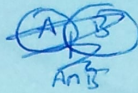
13. Tragen Sie in das rechte Diagramm näherungsweise die Hough-Transformierte der links fett dargestellten Kontur ein:



1/3

14. Wie berechnet sich die Wahrscheinlichkeit für das gemeinsame Auftreten zweier stochastisch unabhängigen Ereignisse A und B aus den Einzelwahrscheinlichkeiten $P(A)$ und $P(B)$?

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$



A und B heißen stochastisch unabhängig
A nicht davon abhängt, ob B eingetreten

$$P(A|B) = P(A) \quad P(A|B) = P(A|B) \cdot P(B) =$$

15. Eine Urne enthalte eine rote und zwei schwarze Kugel? Wie große ist die Wahrscheinlichkeit in drei Versuchen mit Zurücklegen genau einmal eine schwarze Kugel zu ziehen?

3 Versuche (in ZU) genau 1x Schwarz \rightarrow 3 [Versuch] $\cdot \frac{2 \text{ schwarze}}{3 \text{ ges.}}$ 2 Ziehungen) Schw
1/3 = 0

16. Geben Sie für ein Kalman-Filter die Messmatrix H an, falls das zugehörige System durch drei Zustandsgrößen x_1 , x_2 und x_3 beschrieben wird, und bei dem die einzige Messgröße z als Linearkombination $z = 2x_1 - x_2$ beschrieben werden kann?

$$H = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

17. Warum ist es sinnvoll, bei Einsatz von Kalman-Filtern zu Lokalisierung eines mobilen Roboters mehrere Positionshypothesen gleichzeitig zu schätzen?

Die wesentliche Idee besteht darin, dass in einem ersten Schritt der unbekannte Systemzustand aufgrund der Systemdynamik geschätzt wird, und in einem zweiten Schritt eine Korrektur mit Hilfe der jeweils aktuellsten Messdaten erfolgt

18. Nennen Sie zwei wesentliche Vorteile eines Partikelfilters gegenüber einem Kalman-Filter?

Ein Partikel Filter schätzt die vollständige Wahrscheinlichkeitsverteilung und ist nicht auf lineare bzw. linearisierbare Systeme beschränkt

19. Skizzieren Sie in der folgenden Karte den vollständigen verallgemeinerten Voronoi-Graphen:



0/3

20. Nennen Sie die vier Schritte einer sequenziellen Steuerungsarchitektur für mobile Roboter:

0/3