

| Name | Vorname | Matr.-Nr. | Datum | Note |
|------|---------|-----------|------------|------|
| | | | 11.02.2022 | 1,0 |

80

Ist dies Ihr letzter Prüfungsversuch (Bitte ankreuzen)? Ja nein 16.2.22

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, 1 Blatt DIN A4 mit handgeschriebenen Notizen
 Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Σ 57 P

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

1. Nennen Sie fünf Komponenten eines Autonomen Mobilen Systems:

Antrieb, Sensorik, Rechrsystem, Energierversorgung (Spannungsversorgung),
 Kommunikationskomponenten ✓

3/3

2. Welchen wesentlichen Vorteil bieten bei mobilen Robotern holonome Kinematiken gegenüber nicht-holonomen Antrieben?

Holonome Kinematiken haben das Vorteil, dass die Systeme linear sind. Es erleichtert dabei, die Regelung des Antriebes und Positionsabschätzung, da die Koordinaten x, y und Ausrichtung des Roboters direkt vorgegeben werden können. ✓

2/3

3. Ein Roboter mit Differenzialantrieb und mit einem Radabstand $2b = 40 \text{ cm}$ soll mit einer Bahngeschwindigkeit $v = 10 \text{ cm/s}$ und einer Winkelgeschwindigkeit $\omega = 5^\circ/\text{s}$ bewegt werden. Welche Radgeschwindigkeiten v_r und v_l sind hierfür erforderlich?

$$v_r = v + b\omega \quad \because 2b = 40 \text{ cm}$$

$$v_l = v - b\omega \quad \because b = 20 \text{ cm}$$

$$v_r = 10 \text{ cm/s} + 20 \text{ cm} \cdot (5^\circ/\text{s}) = 110 \text{ cm/s}$$

$$v_l = 10 \text{ cm/s} - 20 \text{ cm} \cdot (5^\circ/\text{s}) = -90 \text{ cm/s} \quad (v)$$

2/3

4. Ein mobiler Roboter kann max. mit 10 cm/s^2 beschleunigt werden und seine Höchstgeschwindigkeit betrage 20 cm/s . Wie lange dauert es mindestens, bis er aus dem Stand eine Strecke von 1 m zurückgelegt hat?

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow t_B = \frac{v_{\max}}{a_{\max}} = \frac{20 \text{ cm/s}}{10 \text{ cm/s}^2} = 2 \text{ s} \Rightarrow s_B = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ cm/s}^2 \cdot (2 \text{ s})^2 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Rest der Weg nach Beschleunigung: } s = s_{\text{ges}} - s_B = 100 \text{ cm} - 20 \text{ cm} = 80 \text{ cm}$$

$$\because v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v_{\max}} = \frac{80 \text{ cm}}{20 \text{ cm/s}} = 4 \text{ s}$$

$$t_{\text{ges}} = t_B + t = 2 \text{ s} + 4 \text{ s} = 6 \text{ s} \quad \checkmark$$

3/3

\Rightarrow Es dauert mind. 6 s bis er aus dem Stand eine Strecke von 1 m zurückgelegt hat.

5. Wozu wird die Krümmung von Trajektorien bei der Steuerung mobiler Roboter benötigt?

Die Krümmung von Trajektorien ($K = \frac{\omega}{v}$) wird bei der Steuerung mobiler Roboter verwendet, um die Winkelgeschwindigkeit beim Befahren einer Trajektorien unter einem bestimmten Bahngeschwindigkeit zu bestimmen.

3/3

Mit der Bahngeschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit kann die $F_z = m \cdot v \cdot \omega$ bestimmt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass der Roboter sicher durchfahren kann.

6. Worin besteht der Unterschied zwischen internen und externen Sensoren?

Internen Sensoren wird werden die innere Zustände des Roboters erfassen.
Bsp.: Gyrometer, Encoder (erfasst die Geschwindigkeit des Rades).

Externen Sensoren werden die äußere äußere Umfeld des Roboters erfassen. 3/3
Bsp.: Entfernungssensor (Bestimmung der Abständen zur Hindernissen)
 ✓

7. Warum wird bei Ultraschallsensoren durch sogenannte Chirp-Signale mit variabler Frequenz die Gefahr von Absorptionen verringert?

Da manche Objekte bestimmte Frequenz des Ultraschallsignales absorbieren werden, wird das modulierte Chirp-Signale verwendet. Es erhöht dabei die Bandbreite des Signales und somit eine Absorption eines bestimmten Frequenzen keine große Rolle bei der Entfernungbestimmung spielt. ✓ 3/3
 spielt

8. Warum ist die Leistungsaufnahme von CMOS-basierten Bildsensoren deutlich geringer als diejenige von CCD-Arrays?

Die CMOS-basierten Bildsensoren werden nur angesteuert, wenn eine Auslesen der Daten stattfindet. Es liegt daran, dass die einzelne CMOS-Zelle interne Transistoren zur Ansteuerung besitzt.
Gegenüber werden CCD-Arrays ständig getaktet, um die Daten auszulesen.
Somit ist der Leistungsverbrauch von CMOS-Bildsensoren geringer als CCD-Arrays. ✓

9. Welche Zustandsgrößen sind zur eindeutigen Lokalisierung eines mobilen Roboters in der Ebene erforderlich?

Die Koordinaten x, y und Ausrichtung des Roboters ~~$\theta, \dot{\theta}$~~ ✓

3/3

10. Nennen Sie drei Maßnahmen, mit denen sich der Einfluss systematischer Fehlerquellen auf die Odometrie-Genauigkeit mobiler Roboter verringern lässt?

- weniger oder leichtere Beschleunigung des Roboters
- weniger Lenkung, da die Winkelfehler sich addieren wird
- Aufnahme mit Encoder, die hohe Auflösung besitzt
- Verwendung von Sensorfusion, um Ungenauigkeit einer Sensor zu kompensieren.

3/3

11. Woran kann ein GPS-Empfänger verschiedene Satelliten bei der Laufzeitmessung unterscheiden?

Durch Verwendung von modulierten PN-Sequenzen können der Empfänger und Sender kommunizieren. Allerdings ist die Datenrate sehr gering niedrig. Es reicht aber aus, um die Satelliten zu identifizieren. ✓

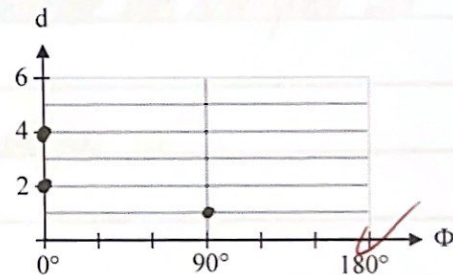
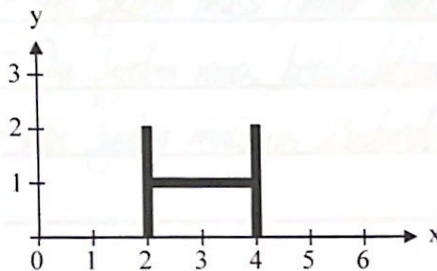
3/3

12. Wodurch entstehen Verdeckungen von natürlichen Landmarken und welche negativen Auswirkungen haben diese beim Scan Matching:

Die Verdeckungen von natürlichen Landmarken können durch bewegliche Hindernisse oder schlechte Blickwinkel passieren. Diese führt dazu, dass die quadratischen Abweichung der einzelnen Messpunkte eines Konturs zu groß ist. Somit wird keine Minima gefunden und Scan Matching ist nicht erfolgreich. ✓

3/3

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



3/3

14. Definieren Sie in Worten den Begriff der bedingten Wahrscheinlichkeit:

Die bedingten Wahrscheinlichkeit $P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$ beschreibt die Auftretenswahrscheinlichkeit von A unter der Bedingung, dass Ereignis B bereits eingetreten ist. ✓

3/3

15. Eine diskrete Zufallsvariable x nimmt den Wert 2 mit der Wahrscheinlichkeit 0.3 und den Wert 5 mit der Wahrscheinlichkeitsfunktion 0.4 an; ansonsten kann nur der Wert 7 angenommen werden. Welchen Erwartungswert $E(x)$ weist die Zufallsvariable x auf?

$$E(x) = \sum_i x^{(i)} \cdot p^{(i)} = 2 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,4 + 7 \cdot (1 - 0,3 - 0,4) \\ = 4,7 \checkmark$$

3/3

16. Nennen Sie drei wesentliche Voraussetzungen für den Einsatz eines Kalman-Filters:

- Das System muss linear oder linearisierbar beim Arbeitspunkt sein.
- Das System muss beobachtbar sein.
- Das System muss im Zustandsraum vorliegen. ✓

3/3

17. Ein Systemmodell enthält 4 Zustandsgrößen, 1 Eingangsgröße und 2 Messgrößen. Welche Dimensionen ($m \times n$) weist die Systemkovarianzmatrix auf?

$$m=n=4 \checkmark$$

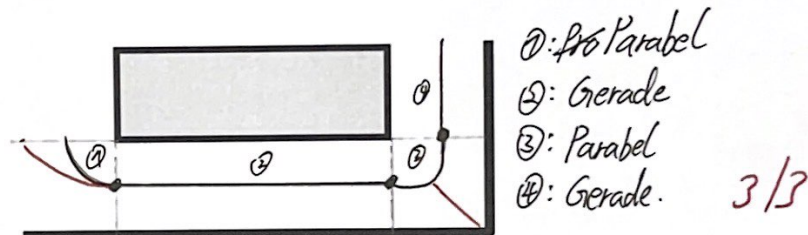
3/3

18. Welche Beschreibung von Zufallsvariablen wird mit Hilfe eines Bayesschen Filters geschätzt?

Die ^{5 Verteilung} Verbund-Wahrscheinlichkeit der Zufallsvariablen werden mit Hilfe eines Bayesschen Filters geschätzt. (1)

2/3

19. Skizzieren Sie in dem folgenden Kartenausschnitt den vollständigen verallgemeinerten Voronoi-Graphen und markieren Sie darin die Punkte, an denen sich elementare Teilgraphen (Geraden bzw. Parabeln) berühren:



20. Was versteht man unter dem sogenannten Buschfeuer-Algorithmus, und wie kann damit ein Voronoi-Graph numerisch ermittelt werden?

Der Buschfeuer (Brushfire-Algorithmus) verbindet die freie bezeichnet die Hindernisse verteilt die ganze Karte in kleine Raster. Für jeden Raster wird die Abstand zu der nächsten Hindernisse eingetragen. Dadurch können die minimale Abstand zu Hindernisse eingehalten werden, indem da der Voronoi-Graph sucht genau nach der maximalen Abstand zur Wand sucht. (1)

3/3