

Aufgabensammlung zu Robotik III

Robotik III: Sensoren in der Robotik

- Beschriften Sie bitte gleich zu Beginn jedes Lösungsblatt deutlich lesbar mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer.
- Diese Aufgabenblätter werden nicht abgegeben. Tragen Sie Ihre Lösung deshalb ausschließlich in die für jede Aufgabe vorgesehenen Bereiche der Lösungsblätter ein. Lösungen auf separat abgegebenen Blättern werden nicht gewertet.
- Außer Schreibmaterial sind während der Klausur keine Hilfsmittel zugelassen. Täuschungsversuche durch Verwendung unzulässiger Hilfsmittel führen unmittelbar zum Ausschluss von der Klausur und zur Note „nicht bestanden“.
- Soweit in der Aufgabenstellung nichts anderes angegeben ist, tragen Sie in die Lösungsblätter bitte nur die Endergebnisse ein. Die Rückseiten der Aufgabenblätter können Sie als Konzeptpapier verwenden. Weiteres Konzeptpapier können Sie auf Anfrage während der Klausur erhalten.
- Halten Sie Begründungen oder Erklärungen bitte so kurz wie möglich. (Der auf den Lösungsblättern für eine Aufgabe vorgesehene Platz steht übrigens in keinem Zusammenhang mit dem Umfang einer korrekten Lösung!)
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 45 Punkte.

Viel Erfolg und viel Glück!

Aufgabe 1 *Allgemein*

(10 Punkte)

1. Was ist ein Sensor? Welche Werte werden beispielsweise von einem Sensor übertragen? 1 P.
2. Erklären Sie die Unterschiede zwischen inkrementellen und absoluten optischen Kodierern bei rotatorischen Robotergelenken. Nennen Sie einen Vor- und einen Nachteil absoluter Kodierer. 2 P.
3. Gegeben sei ein inkrementeller Kodierer mit drei Kodierscheiben für ein rotatorisches Robotergelenk. Welche Informationen liefern die jeweiligen Kodierscheiben? 2 P.
4. In einem Experiment wird ein Force Sensing Resistor (FSR) mit einer Kontaktkraft von 10 N belastet. Der Sensor darf mit maximal 100 N belastet werden. Vor und nach dem Experiment wird der Widerstand des FSR gemessen: $2\text{ M}\Omega$ (vorher), $1.5\text{ M}\Omega$ (hinterher). Nennen Sie einen möglichen Grund für diesen Unterschied. 2 P.
5. Nennen Sie die primären Vor- und Nachteile eines Stereo-Kamerasystems. 2 P.
6. Was versteht man unter den Begriffen Multisensorintegration und Multisensorfusion? 1 P.

Aufgabe 2 *Sensormodellierung*

(9 Punkte)

1. Welchen Zusammenhang beschreibt ein Sensormodell im Allgemeinen? 2 P.
2. Erklären Sie die drei Aufgaben, die ein Sensormodell typischerweise erfüllt. Nennen Sie die Ein- und Ausgaben des Sensormodells bei jeder Aufgabe. Nennen Sie zudem bei jeder Aufgabe, ob das Sensormodell oder das inverse Sensormodell genutzt wird. 3 P.
3. Nennen Sie den Hauptunterschied zwischen den Kalibrierungs- und Steuerparametern eines Sensors. 2 P.
4. Erklären Sie, wofür im *gross error model*: $n(u) = (1 - \epsilon) \cdot n_n(u) + \epsilon \cdot n_g(u)$ die Größen $n_n(u)$ und $n_g(u)$ stehen. 2 P.

Aufgabe 3 *Kameramodellierung*

(9 Punkte)

1. Gegeben sei eine Kamera mit den intrinsischen Kameraparametern $f_x = f_y = 200$, $c_x = 160$, $c_y = 120$ und den extrinsischen Kameraparametern $R = I$ (*Einheitsmatrix*) und $t = (100 \ 0 \ 0)^T$, entsprechend dem in der Vorlesung behandelten Kameramodell.
- (a) Stellen Sie die Kalibriermatrix K auf. 2 P.
- (b) Gegeben sei die Formel $x_c = Rx_w + t$. Berechnen Sie die Kamerakoordinaten für die Weltkoordinaten $P_w = (0 \ 200 \ 1000)^T$. 2 P.
- (c) Gegeben sei die (3×4) -Projektionsmatrix P in der Form $P = (KR|Kt)$. Berechnen Sie die Werte von P . 3 P.
- (d) Berechnen Sie die Koordinaten u, v desjenigen Bildpunktes, auf den der Welt-
punkt $P_w = (0 \ 200 \ 1000)^T$ abgebildet wird. 2 P.

Aufgabe 4 *Bildverarbeitung*

(9 Punkte)

1. Gegeben ist das folgende Graustufenbild:

$$I = \begin{pmatrix} 10 & 70 & 10 & 10 & 70 \\ 10 & 70 & 10 & 10 & 70 \\ 10 & 70 & 10 & 10 & 70 \\ 10 & 70 & 10 & 10 & 70 \end{pmatrix}$$

- (a) Geben Sie die Filtermatrix eines (3×3) -Mittelwertfilters an. 4 P.
- (b) Berechnen Sie das Ergebnis der Filterung von I mit dem (3×3) -Mittelwertfilter. Ignorieren Sie im Ergebnisbild die Randpixel, d.h. das Ergebnis ist eine (2×3) -Matrix. 5 P.

Aufgabe 5 *Merkmalsextraktion*

(8 Punkte)

1. Gegeben seien drei Bildmatrizen A , D und E .

8 P.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 0 & 80 & 120 & 0 \\ 0 & 80 & 120 & 0 \\ 0 & 80 & 120 & 0 \\ 0 & 80 & 120 & 0 \\ 0 & 80 & 120 & 0 \end{pmatrix} \quad E = \begin{pmatrix} 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 100 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Zu berechnen ist im Folgenden jeweils die Korrelation zwischen A und D und die Korrelation zwischen A und E , um dem Ergebnis entsprechend D oder E als Korrespondenz zu A zuzuordnen. Berechnen Sie die Korrelation sowohl mit der *Sum of Absolute Differences* (SAD) als auch mit der *Sum of Squared Differences* (SSD) und geben Sie die somit bestimmte Korrespondenz jeweils an. Ist SAD oder SSD anfälliger gegenüber Ausreißern bzw. Messfehlern? Ist SSD robust gegenüber konstanten Helligkeitsänderungen?