

Musterlösungen zur Aufgabensammlung

Robotik III: Sensoren in der Robotik

Name:	Vorname:	Matrikelnummer:
David	Marr	978-0262514620

Aufgabe 1	von 10 Punkten
Aufgabe 2	von 9 Punkten
Aufgabe 3	von 9 Punkten
Aufgabe 4	von 8 Punkten
Aufgabe 5	von 9 Punkten

Gesamtpunktzahl:	45 von 45 Punkten
------------------	-------------------

	Note: 1,0
--	------------------

Aufgabe 1

1. Sensoren sind Systeme, die Umwelteigenschaften wahrnehmen und messen können. Dies sind beispielsweise Temperaturen, Helligkeitswerte, Massen oder Abstände etc. Sensoren liefern elementare Informationen (auf niedriger Ebene) über die Umgebung eines Roboters. Deswegen liefern Sensoren unvollständige Beschreibungen der Welt. Sensus bedeutet “Wahrnehmung”, “Empfindung”. Definition: System, das eine physikalische Größe und deren Änderung in geeignete (in unserem Fall elektrische) Signale umwandelt.
2. Ein inkrementeller Kodierer misst die Anzahl an Ausgangsimpulsen und schließt damit auf den überstrichenen Drehwinkel bzw. die relative Position.
Ein absoluter Kodierer misst direkt absolute Positionen. Vorteil: Kein Datenverlust bei Stromausfall. Nachteil: Aufwendiger Aufbau.
3. **1. Scheibe** Messung des gefahrenen Winkels aus der Anzahl der Ausgangsimpulse.
2. Scheibe Messung der Drehrichtung aus der Phasenverschiebung zwischen 1. und 2. Scheibe.
3. Scheibe Messen der Anfang/Ende Markierung zwecks Initialisieren des Kodierers.
4. Möglicher Grund: Hysterese des Sensors. Die halbleitende Polymerschicht ist nicht komplett in den Ausgangszustand zurückgegangen.
5. Vorteile: Einstellbare Brennweite / Basislinie. Keine aktive Energiequelle benötigt.
Nachteile: Mindestens zwei kalibrierte Kameras benötigt, Korrespondenzproblem auf homogenen Oberflächen, Verdeckungen.
Stereosehen liefert lediglich bei niedrigen bis mittleren Arbeitsabständen gute Ergebnisse. Jenseits dessen sollten andere Prinzipien zum Messen von Abständen eingesetzt werden.
6. Unter Multisensorintegration versteht man die synergetische Kombination von Informationen mehrerer Sensorsysteme zur vollständigen Durchführung komplexer Aufgaben.
Unter Multisensorfusion wird der Prozess verstanden, durch den Daten unterschiedlicher Sensorsysteme in eine einheitliche Darstellungsform gebracht werden.

Aufgabe 2

1. Ein Sensormodell beschreibt den Zusammenhang zwischen der Umgebung / realen Welt / Messsituation und dem Messergebnis.
2. Ein Sensormodell kann folgende Aufgaben erfüllen:
 - Die Interpretation von Messdaten ermöglicht den Vergleich von Daten mit dem internen Modell.
reale Aufnahme $\rightarrow (\text{Sensormodell})^{-1} \rightarrow$ Szenenbeschreibung
 - Eine Vorhersage (Prädiktion) von Erwartungswerten lässt sich aus der Abtastung einer bekannten Szene aus einer bekannten Position treffen. Dadurch wird die Einstellung der Steuerparameter für einen aktiven Sensoreinsatz gewährleistet.
Szenenbeschreibung $\rightarrow \text{Sensormodell} \rightarrow$ Aufnahmeerwartung
 - Sensorsimulation
Szenenbeschreibung $\rightarrow \text{Sensormodell} \rightarrow$ Fehlermodell/Rauschen $\rightarrow$ Messdatum
3.
 - Kalibrierungsparameter sind fest. Steuerparameter sind dynamisch / veränderlich. oder
 - Es kann jeder statische Sensor durch die Kalibrierungsparameter und jeder dynamische Sensor durch die Kalibrierungs- sowie die Steuerparameter beschrieben werden.
4.
 - $n_g(u)$: Große Fehler wegen des totalen Misserfolgs des Sensors.
 - $n_n(u)$: Normalverteiltes Sensorrauschen.

Aufgabe 3

1. (a) Kalibriermatrix K :

$$\begin{pmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 200 & 0 & 160 \\ 0 & 200 & 120 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- (b) x_c :

$$x_c = Rx_w + t = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 200 \\ 1000 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 100 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 100 \\ 200 \\ 1000 \end{pmatrix}$$

- (c) P :

$$\begin{aligned} P = (KR|Kt) &= \left(\begin{pmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \middle| \begin{pmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 100 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right) \\ &= \left(\begin{array}{ccc|c} f_x & 0 & c_x & 100f_x \\ 0 & f_y & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right)_{3 \times 4} = \begin{pmatrix} 200 & 0 & 160 & 20000 \\ 0 & 200 & 120 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}_{3 \times 4} \end{aligned}$$

- (d) Koordinaten:

Lösung 1:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} u.w \\ v.w \\ w \end{pmatrix} &= P \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & c_x & 100f_x \\ 0 & f_y & c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} u.w \\ v.w \\ w \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 200 & 0 & 160 & 20000 \\ 0 & 200 & 120 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 200 \\ 1000 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 180000 \\ 160000 \\ 1000 \end{pmatrix} \\ &\Rightarrow w = 1000, \quad u = 180, \quad v = 160 \end{aligned}$$

Lösung 2:

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_x \\ c_y \end{pmatrix} + \frac{1}{z_c} \begin{pmatrix} f_x \cdot x_c \\ f_y \cdot y_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 160 \\ 120 \end{pmatrix} + \frac{1}{1000} \begin{pmatrix} 200 \cdot 100 \\ 200 \cdot 200 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 180 \\ 160 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 4

1. (a) Mittelwertfilter:

$$\frac{1}{9} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- (b) Ergebnis Mittelwertfilter:

$$\begin{pmatrix} 270/9 & 270/9 & 270/9 \\ 270/9 & 270/9 & 270/9 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 5

1. $\text{SAD}(A, D) = 10 \cdot 20 = 200$

$$\text{SAD}(A, E) = 100$$

Somit ist laut SAD E die Korrespondenz zu A.

$$\text{SSD}(A, D) = 10 \cdot 20^2 = 4000$$

$$\text{SSD}(A, E) = 100^2 = 10000$$

Somit ist laut SSD D die Korrespondenz zu A.

SSD ist anfälliger gegenüber Ausreißern als SAD. SSD ist nicht robust gegenüber konstanten Helligkeitsänderungen.