EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

MATH. - NATURWISS. FAKULTÄT
FACHBEREICH INFORMATIK
KOGNITIVE SYSTEME · PROF. A. ZELL

Grundlagen der Robotik

Wintersemester 2015/2016
Übungsblatt 1

Betreuer: Sebastian Buck und Julian Jordan
Abgabe: 26.10.2016, Besprechung: 02.11.2015

Hinweise zum Ablauf der Übungen und aktuelle Informationen finden Sie auf der Übungswebseite:

`http://www.cogsys.cs.uni-tuebingen.de/lehre/ws15/robotik1_ueb.html`

Aufgabe 1 (5 Punkte)

Sie haben in der Vorlesung das Perzeptionsmodell der Robotik kennengelernt. Wenden Sie es auf einen Roboter an, der am SICK Robot Day 2016 erfolgreich teilnehmen soll. Welche Aufgaben muss dieser in den verschiedenen Phasen des Perzeptionsmodells jeweils erfüllen?
Bitte informieren Sie sich über den Wettbewerb unter: `https://www.sick.de/robotday2016`

Aufgabe 2 (6 Punkte)

In der Vorlesung wurde die Definition eines Industrieroboters nach DIN-Norm vorgestellt. Handelt es sich bei folgenden Begriffen um einen Industrieroboter nach DIN-Norm? Ist es ein (semi-)autonomer Roboter? Begründen Sie Ihre Antwort kurz und beziehen Sie sich im Zweifel auf einen Wikipedia-Artikel. (6 Punkte)

- Küchenmaschine
- Industrielle Flachstrickmaschine
- Staubsaugerroboter Roomba
- CNC-Graviermaschine
- Mars-Rover Curiosity
- Selbstfahrendes Automobil

Aufgabe 3 (2 Punkte)

Sie haben die drei Gesetze der Robotik von Asimov aus dem Jahr 1940 kennen gelernt. Entspricht das Verhalten eines selbstfahrenden Automobils in den folgenden Szenarien diesen Gesetzen? Bitte begründen Sie Ihre Antworten.

(a) Das Fahrzeug fährt autonom auf der Autobahn und erkennt, dass eine Kollision unvermeidbar ist: Entweder kollidiert es mit einem der anderen Fahrzeugen, oder es verlässt die Fahrbahn. Das Verlassen der Fahrbahn hätte den sicheren Tod des Fahrers zur Folge. Das Fahrzeug wählt eine Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer, so dass der eigen Fahrer die geringsten Verletzungen davon trägt. (1 Punkt)

(b) Das Fahrzeug wird von seinem Fahrer gesteuert. Es erkennt, dass dieser einen Menschen absichtlich überfahren will und führt ein Ausweichmanöver aus. (1 Punkt)

Aufgabe 4 (7 Punkte)

Die Berechnung der Bewegung eines Roboterarms wird oft durch entsprechende Matrixoperationen ausgedrückt. Sei nun $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{k \times m}$ eine Matrix. A_{ij} bezeichne das Element in Zeile i und Spalte j in $\mathbf{A}$, d.h.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & \dots & A_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{k1} & \dots & A_{km} \end{pmatrix}$$

Es bezeichne $\mathbf{A}^T$ die Transponierte von $\mathbf{A}$, d.h. $(\mathbf{A}^T)_{ij} = A_{ji}$. Sei ferner $\mathbf{I}_k \in \mathbb{R}^{k \times k}$ die k-dimensionale Einheitsmatrix, d.h.

$$I_{k,ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 0 & sonst \end{cases}$$

Wenn die Dimension der Einheitsmatrix klar ist, schreibt man gewöhnlich nur $\mathbf{I}$. Für die Inverse $\mathbf{A}^{-1}$ einer Matrix $\mathbf{A}$ gilt: $\mathbf{A} \cdot \mathbf{A}^{-1} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{A} = \mathbf{I}$

(a) Was ist die Bedingung dafür, dass für zwei reelle Matrizen $\mathbf{A}, \mathbf{B}$ sowohl das Produkt $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$ als auch das Produkt $\mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$ definiert ist? (1 Punkt)

(b) Zeigen Sie durch Ausmultiplizieren, dass für zwei Matrizen $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ und $\mathbf{B} \in \mathbb{R}^{3 \times 3}$ gilt: $(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B})^T = \mathbf{B}^T \cdot \mathbf{A}^T$. (1 Punkt)

(c) Generell gilt für das Produkt zweier beliebiger Matrizen: $(\mathbf{A} \cdot \mathbf{B})^T = \mathbf{B}^T \cdot \mathbf{A}^T$. Zeigen Sie hiermit, dass für das Produkt dreier Matrizen $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{k \times m}$, $\mathbf{B} \in \mathbb{R}^{m \times n}$ und $\mathbf{C} \in \mathbb{R}^{n \times p}$ gilt: $\mathbf{R} = (\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{C})^T = \mathbf{C}^T \cdot \mathbf{B}^T \cdot \mathbf{A}^T$. Welche Dimension besitzt die resultierende Matrix $\mathbf{R}$? (2 Punkte)

(d) Ist eine invertierbare Matrix $\mathbf{M} \in \mathbb{R}^{n \times n}$ gegeben, so ist auch die Transponierte von $\mathbf{M}$, $\mathbf{M}^T$, invertierbar. Zeigen Sie, dass in diesem Fall $\left(\mathbf{M}^T\right)^{-1} = (\mathbf{M}^{-1})^T$ gilt. (3 Punkte)