

Aufgabenblätter zur Klausur

Robotik II: Humanoide Robotik

am 11. September 2017

- 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 *Grasping*

(11 Punkte)

1. Wieso ist das Greifen bekannter Objekte (*known object*) einfacher als das Greifen ähnlicher Objekte (*familiar object*)? 1 P.
2. Wie ist das Wissen über die Objektähnlichkeit (*familiar object*) beim Greifen konkret behilflich? 1 P.
3. Nennen Sie zwei Probleme, die das Greifen unbekannter Objekte (*unknown object*) schwierig machen. 2 P.
4. In der Vorlesung wurde das Paper von Bohg et al. (*Jeanette Bohg, Antonio Morales, Tamim Asfour and Danica Kragic, Data-Driven Grasp Synthesis - A Survey, IEEE Transactions on Robotics, pp. 289-309, vol. 30, no. 2, 2014*) behandelt.
Nennen Sie die sechs wesentlichen Aspekte, die das Erzeugen von Griffhypothesen beeinflussen. 3 P.

Als eine Methode für das Greifen von ähnlichen Objekten wurde in der Vorlesung folgendes Paper behandelt: *N. Vahrenkamp, L. Westkamp, N. Yamanobe, E. E. Aksoy and T. Asfour, Part-based grasp planning for familiar objects, International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), 2016*. In dem Paper wurde das Greifen von Objektteilen am Beispiel eines Hammers (Kopf und Stil) behandelt.

5. Nennen Sie die Schritte aus dem obigen Ansatz, aus denen das Offline-Lernen von Griffen auf bekannten Objektteilen besteht. 2 P.
6. Welche Schritte sind notwendig, um Griffe auf ähnlichen Objekten online zu planen und auszuführen? 2 P.

Aufgabe 2 *Grasp Synergies*

(9 Punkte)

Gegeben sei eine einfache planare Hand mit zwei Fingern und jeweils zwei Gelenken, die über einen Seilzug realisiert werden. Insgesamt hat die Hand vier Bewegungsfreiheitsgrade. Die Konfiguration der Hand kann entweder durch die vier Gelenkwinkel oder durch die Länge der Seile, $\mathbf{p} = (z_{11}, z_{12}, z_{21}, z_{22})$ beschrieben werden.

Diese Vorgehensweise ist ähnlich zu der in dem Paper *C. Y. Brown and H. Asada. Inter-Finger Coordination and Postural Synergies in Robot Hands via Mechanical Implementation of Principal Components Analysis, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2007*.

Nach Durchführung einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) auf mehreren Griffen der Hand wurden die folgenden zwei Hauptkomponenten ermittelt:

$$\mathbf{PC}_1 = (0.5, 1.0, 0.2, 1.0)$$

$$\mathbf{PC}_2 = (1.0, 0.5, 0.4, 1.0)$$

Dies bedeutet, dass die Handkonfiguration in einem zweidimensionalen Raum, $\tilde{\mathbf{p}} = (q_1, q_2)$ als $\mathbf{p} = q_1 \cdot \mathbf{PC}_1 + q_2 \cdot \mathbf{PC}_2 + \mathbf{e}$ dargestellt werden kann, mit einem Fehler \mathbf{e} .

1. Entwerfen Sie einen Seilzugmechanismus zur Implementierung der durch \mathbf{PC}_1 beschriebenen Synergie. Achten Sie auf Vollständigkeit und beschriften Sie alle relevanten Größen in Ihrer Zeichnung. 2 P.
2. Gegeben sei eine Handkonfiguration im zweidimensionalen Raum als $\tilde{\mathbf{p}} = (0.5, 1.0)$. Geben Sie die realisierte Handkonfiguration in Form der Längen jedes Seils zusammen mit Ihrem Rechenweg an. 2 P.
3. (a) Nehmen Sie an, dass die Handkonfiguration $\mathbf{p}_{\text{desired}} = (1.25, 1.0, 0.5, 1.4)$ im zweidimensionalen Raum dargestellt werden soll. Wie können die dazugehörigen Koordinaten q_1 und q_2 , bestimmt werden? (keine Rechnung erforderlich) 2 P.
 (b) Ist es möglich, die Handkonfiguration $\mathbf{p}_{\text{desired}}$ im zweidimensionalen Raum exakt, d.h. mit $\mathbf{e} = (0, 0, 0, 0)$, darzustellen? Begründen Sie Ihre Antwort ausführlich. (Tipp: Betrachten Sie Ihre Lösung zu Teilaufgabe 2.) 1 P.
4. Gegeben sei eine Handkonfiguration $\mathbf{p} = (z_{11}, z_{12}, z_{21}, z_{22})$. Wie verändern sich die Seillängen, wenn der am Seilzug montierte Schaft, welcher mit \mathbf{PC}_2 korrespondiert, um einen Winkel von $a = \frac{\pi}{6}$ rotiert wird? 2 P.

Hinweis: Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen der Rotation der Seilzüge und der linearen Verschiebung eines Seils.

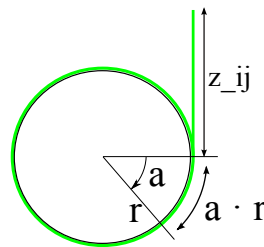


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der Rotation des Seilzugs und der linearen Auslenkung des Seils.

Aufgabe 3 *Active Perception*

(10 Punkte)

1. Wozu benötigt ein Roboter eine visuelle Wahrnehmung? 1 P.
2. Eine Definition von Active Perception aus dem Paper *Bajcsy, R., Aloimonos, Y. & Tsotsos, J.K., Revisiting active perception, Auton Robot (2017)* lautet wie folgt: “An agent is an active perceiver if it knows why it wishes to sense, and then chooses *what* to perceive, and determines *how*, *when* and *where* to achieve that perception.”
 Geben Sie eine kurze Beschreibung oder ein Beispiel, wie ein *Active Perceiver* die vier Fragen *Was*, *Wie*, *Wann* und *Wo* einbeziehen kann. 4 P.
3. Wozu dient der *Iterative Closest Point* (ICP) Algorithmus und aus welchen wesentlichen Schritten besteht er? 3 P.
4. Nennen Sie vier Probleme, die beim ICP-Algorithmus auftreten können. 2 P.

Aufgabe 4 *Imitation Learning*

(8 Punkte)

1. Was sind Spiegelneuronen? 1 P.
2. In der Vorlesung wurde das Master Motor Map (MMM) Framework vorgestellt.
 - (a) Zusätzlich zum kinematischen Modell enthält das MMM-Referenzmodell auch ein dynamisches Modell des menschlichen Körpers. Welche Parameter umfasst dieses dynamische Modell? 2 P.
 - (b) Wie wird im kinematischen Modell des MMM-Frameworks die individuelle Körpergröße menschlicher Probanden berücksichtigt? 1 P.
3. Hidden Markov Models (HMMs) stellen sehr populäre stochastische Modelle für Anwendung des Imitationslernens dar.
 - (a) Geben Sie an, welche Parameter zur Definition eines HMM mit diskreten Beobachtungen benötigt werden. 3 P.
 - (b) Welcher Algorithmus wird zum HMM-Training eingesetzt? 1 P.

Aufgabe 5 *Hierarchical Segmentation*

(7 Punkte)

In der Vorlesung wurde eine Methode zur hierarchischen Segmentierung menschlicher Demonstrationen behandelt.

1. Welche Ebenen gibt es in der hierarchischen Segmentierung? 1 P.
2. Beschreiben Sie das zugrundeliegende Prinzip der oberen Ebene. 1 P.
3. In der Vorlesung wurde die Funktionsweise der Segmentierung der unteren Ebene erklärt.
 - (a) Beschreiben Sie die eingesetzte Heuristik. 1 P.
 - (b) Beschreiben Sie den eingesetzten Algorithmus zum Finden der Segmente. 2 P.
4. Was für Eingabedaten werden für die jeweiligen Ebenen verwendet? 1 P.
5. Erklären Sie die in der Vorlesung vorgestellte Metrik zur Evaluation von Segmentierungsergebnissen. 1 P.