

# Aufgabenblätter zur Klausur

## Robotik II: Humanoide Robotik

am 08. September 2016

- 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** Greifen - Allgemein

(7 Punkte)

1. Beim Greifen werden Objekte hinsichtlich des über sie vorhandenen Wissens in drei Klassen unterteilt. Nennen Sie die drei Klassen. 2 P.
2. Welches Wissen wird für eine klassische Greifplanung benötigt? 2 P.
3. In der Vorlesung wurde das Paper *Umberto Castiello, The neuroscience of grasping, Nature Reviews Neuroscience 6, 726–736 (2005)* behandelt. Nennen Sie die Hauptaussagen dieses Papers hinsichtlich der maximalen Handöffnung und deren Abhängigkeit von der Objektgröße. 3 P.

**Aufgabe 2** Synergien beim Greifen

(9 Punkte)

1. In der Vorlesung wurde das Paper *Marco Santello, Martha Flanders, John F. Soechting, Postural Hand Synergies for Tool Use, The Journal of Neuroscience, 18(23): 10105-10115 (1998)* behandelt.
  - (a) Beschreiben Sie das Experiment zur Untersuchung von *Postural Synergies* des Greifens, das im Paper behandelt wird. 2 P.
  - (b) Was sind die Hauptergebnisse des Experiments hinsichtlich der Rolle der Hauptkomponenten  $PC_1, PC_2, PC_3$ ? 2 P.
  - (c) Wie wurde die Rolle der Hauptkomponenten höherer Ordnung ( $PC_4, PC_5, \dots$ ) interpretiert? 1 P.
2. Abbildung 1 zeigt einen Teil einer Konstruktion, durch die Synergien in einer Roboterhand mechanisch realisiert werden können. Erläutern Sie die Funktionsweise. 2 P.

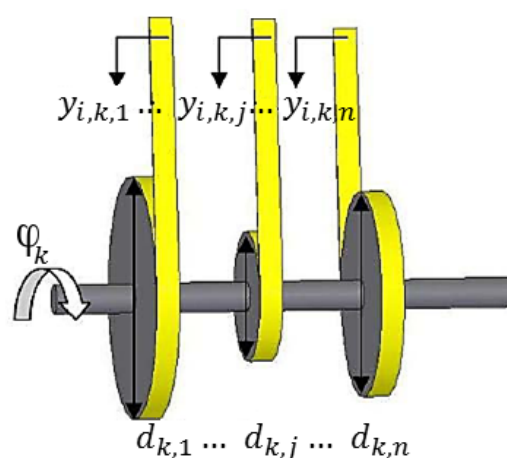


Abbildung 1: Teil einer mechanischen Konstruktion einer Roboterhand

3. Zeichnen Sie auf dem Lösungsblatt eine mechanische Konstruktion, mit der die zwei skalaren Werte  $y_1$  und  $y_2$  zu  $z_{12} = 0,5 \cdot (y_1 + y_2)$  addiert werden können. 2 P.

**Aufgabe 3**    *Haptik*

(9 Punkte)

1. Was ist Haptik? 1 P.
2. Das haptische Sensorsystem (*somatosensory system*) besteht aus mehreren Rezeptoren bzw. sensorischen Modalitäten. Nennen Sie vier unterschiedliche Rezeptoren bzw. Modalitäten. 2 P.
3. In der Vorlesung wurde eine Methode zur haptischen Exploration unbekannter Objekte mit Hilfe von dynamischen Potentialfeldern behandelt.
  - (a) Beschreiben Sie diese Methode. 1 P.
  - (b) Wie wird das gesamte Potentialfeld definiert? Geben Sie hierzu die entsprechenden Gleichungen an und erklären Sie die unterschiedlichen Terme. Wie wird das Potentialfeld initialisiert? 2 P.
  - (c) Wie werden Bewegungen der Finger entlang der Oberfläche des zu explorierenden Objekts generiert? 1 P.
4. Gegeben sei die fünffingrige Hand des humanoiden Roboters ARMAR-IIIb. Die Hand ist mit einem Sensorsystem ausgestattet, das aus den folgenden Sensoren besteht: taktile Sensoren in den Fingerspitzen und der Handfläche, Positionssensoren in den Fingergelenken und Drucksensoren in den Fluidaktoren, zur Schätzung des Drehmoments in den Gelenken.  
  
Erläutern Sie wie mit Hilfe der Hand deformierbare von nicht-deformierbaren Objekten unterschieden werden können. 2 P.

**Aufgabe 4**    *Active Perception*

(7 Punkte)

1. In der Vorlesung wurde eine Methode zur Entdeckung und Segmentierung unbekannter Objekte in komplexen Szenen behandelt.
  - (a) Erläutern Sie die Hauptidee dieser Methode. Welche Schritte werden benötigt? 2 P.
  - (b) Zur Generierung von initialen Objekthypothesen in der Szene werden Heuristiken verwendet. Nennen Sie zwei dieser Heuristiken. 2 P.
  - (c) Wozu dient im Allgemeinen der *Iterative Closest Points (ICP)*-Algorithmus? Welche Modifikation wurde bei der Verwendung des ICP-Algorithmus vorgenommen, um unbekannte Objekte in komplexen Szenen zu finden? 2 P.
2. Welche Eigenschaft muss ein Objekt haben, damit seine Bewegung im Raum nur durch eine Translation und eine Rotation vollständig beschrieben werden kann? 1 P.

**Aufgabe 5**    *Imitation Learning*

(13 Punkte)

1. Welche Hauptaufgaben müssen Sie lösen, wenn Sie ein Robotersystem entwerfen sollen, das aus Beobachtung des Menschen lernt und gelernte Aktionen *zielgerichtet* in neuen Situationen ausführt. 3 P.
  
2. In der Vorlesung wurde die *Master Motor Map (MMM)* behandelt.
  - (a) Erklären Sie die Idee der MMM. 2 P.
  - (b) Welche Modelle und Datenstrukturen umfasst die MMM? 2 P.
  - (c) Bei welchen weiteren Anwendungen – zusätzlich zum Imitationslernen – kann die MMM verwendet werden? 1 P.
  
3. In der Vorlesung wurde eine Methode zur hierarchischen Segmentierung menschlicher Demonstrationen behandelt.
  - (a) Was ist die zentrale Idee dieser Methode? 1 P.
  - (b) Was ist das zugrundeliegende Prinzip zur Segmentierung auf der ersten Ebene (*top level*)? Welche Kriterien werden eingesetzt, um die Grenzen semantischer Segmente zu bestimmen? 2 P.
  - (c) Was ist das zugrundeliegende Prinzip zur Segmentierung auf der zweiten Ebene (*bottom level*)? Welche Kriterien werden eingesetzt, um die Grenzen der Segmente zu bestimmen? 2 P.