

# PROJEKTBERICHT

Aufgabenstellung zum Kurs:

DLBROPMSR01\_D – Projekt: Modellierung und Simulation von Robotern

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Aufgabenstellung</b> .....	<b>2</b>
1.1. Aufgabenstellung 1: Modellierung und Simulation eines anthropomorphen Manipulators .....	3
1.2. Aufgabenstellung 2: Modellierung und Simulation eines kartesischen Manipulators .....	4
1.3. Aufgabenstellung 3: Modellierung und Simulation eines beweglichen anthropomorphen Manipulators .....	5
<b>2. Zusatzinformationen zur Bewertung des Projektberichts</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Betreuungsprozess</b> .....	<b>6</b>

## **1. AUFGABENSTELLUNG**

Für den Projektbericht stehen folgende Aufgabenstellungen zur Auswahl. Bitte entscheide Dich für eine davon, die Du in Deinem Projektbericht bearbeiten möchtest.

### **Hinweis zum Urheberrecht und zur Plagiatsprüfung:**

Es wird darauf hingewiesen, dass der IU Internationale Hochschule GmbH das Urheberrecht der Prüfungsaufgaben/Aufgabenstellungen obliegt. Eine Veröffentlichung der Aufgabenstellungen auf Drittplattformen wird ausdrücklich widersprochen. Im Falle einer Zuwiderhandlung stehen der Hochschule u.a. Unterlassungsansprüche zu. Zudem weisen wir darauf hin, dass jede eingereichte schriftliche Ausarbeitung mittels einer Plagiatssoftware überprüft wird. Wir empfehlen daher auch, keinesfalls ausgearbeitete Lösungen zu teilen, da dies den Verdacht eines Plagiates begründen kann.

### 1.1. Aufgabenstellung 1: Modellierung und Simulation eines anthropomorphen Manipulators

**Hintergrund:** Anthropomorphe Manipulatoren werden in der Regel wegen ihrer Geschicklichkeit und ihrer Fähigkeit, Objekte in verschiedenen Richtungen und Ausrichtungen zu manipulieren, in industriellen Umgebungen eingesetzt.

**Aufgabenstellung:** Es soll ein anthropomorpher Manipulator definiert werden, der aus drei Drehgelenken besteht, nämlich dem Fußgelenk, dem Schultergelenk und dem Ellbogengelenk. Der Manipulator muss in der Lage sein, unabhängig von der Konfiguration des Endeffektors den am weitesten entfernten Punkt im Raum zu erreichen, der sich 2 m von der Basis entfernt befindet. Die Gesamtmasse des Roboters muss 10 kg betragen. Die Länge und die Masse der einzelnen Glieder werden von Dir festgelegt. Nachdem Du den Manipulator definiert hast, modellierst Du sein dynamisches Verhalten, indem Du entweder den Lagrangeschen oder den Newtonschen Ansatz verwendest. Führe dann eine Simulation in Simulink durch, die die Position und die Orientierung des Endeffektors im Raum liefert, wenn die auf die Gelenke ausgeübten Drehmomente als Eingabe empfangen werden. Nach der Definition einer Referenz-Drehmomenttrajektorie für jedes Gelenk wird schließlich das Verhalten der Position und Ausrichtung des Endeffektors aufgezeigt.

#### Vorgehensweise

Es werden folgende Schritte zur Durchführung der Aufgabe empfohlen:

- Definiere die Geometrie und die Parameter des Manipulators mit den beiden folgenden Randbedingungen:
  - o Die Masse des gesamten Manipulators beträgt 10 kg.
  - o Der am weitesten entfernte Punkt, den der Endeffektor erreichen kann, ist 2 m von der Basis entfernt.
- Wende den Lagrangeschen oder Newtonschen Ansatz an, um das dynamische Modell abzuleiten. Stelle sicher, dass:
  - o alle Größen klar angegeben und ausgedrückt sind
  - o die mathematische Herleitung des dynamischen Modells in jedem seiner mathematischen Abschnitte klar ausgedrückt ist
- Implementiere das dynamische Modell mit Hilfe der Matlab/Simulink-Umgebung. Stelle sicher, dass:
  - o das Modell als zeitkontinuierlich implementiert ist
  - o der Solver entweder als Algorithmus mit variablem Schritt oder als Algorithmus mit festem Schritt mit den entsprechenden Einstellungen eingestellt ist
- Definiere eine Referenztrajektorie für die auf die Gelenke wirkenden Drehmomente. Stelle sicher, dass:
  - o die Trajektorie über einen Zeitraum von 10 Sekunden definiert wird
  - o Diagramme der Gelenktrajektorien sowie der Positions- und Orientierungsvariablen des Endeffektors übersichtlich dargestellt werden
- Erstelle einen umfassenden Bericht über alle vorangegangenen Schritte gemäß den Leitlinien.

#### Software

Matlab/Simulink

#### Einführende Literatur

Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 1: Modellbildung von Kinematik und Dynamik*.

Springer Vieweg. <https://research.ebsco.com/c/3qvac2/search/details/mo5s2otzkz?db=edsbvb>

Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 2: Pfad- und Bahnplanung, Antriebsauslegung, Regelung*. Springer Vieweg. <https://research.ebsco.com/c/3qvac2/search/details/rhm2ad3pz5?db=edsbvb>

Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L. & Oriolo, G. (2009). *Robotics: Modelling, Planning and Control*. Springer. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=46a56324-76fa-32d6-abb4-0082c4aa9324>

## 1.2. Aufgabenstellung 2: Modellierung und Simulation eines kartesischen Manipulators

**Hintergrund:** Kartesische Manipulatoren werden in der Regel mit drei prismatischen Gelenken realisiert, die in der Regel orthogonal zueinanderstehen. Sie sind vor allem im industriellen Umfeld für Pick-and-Place-Anwendungen nützlich.

**Aufgabenstellung:** Definiere einen kartesischen Manipulator, der aus drei prismatischen Gelenken besteht, die orthogonal zueinander angeordnet sind. Der Manipulator muss in der Lage sein, in einem operativen Bereich von  $5 \text{ m}^3$  zu arbeiten. Außerdem muss der Manipulator eine Gesamtmasse von 10 kg haben. Die Länge der Gelenke und ihre Masse werden von Dir festgelegt. Nachdem Du den Manipulator definiert hast, modelliere sein dynamisches Verhalten, indem Du entweder den Lagrangeschen oder den Newtonschen Ansatz verwendest. Führe dann eine Simulation in Simulink durch, die es ermöglicht, die Position und die Ausrichtung des Endeffektors zu bestimmen, wenn die auf die Gelenke wirkenden Kräfte eingegeben werden. Schließlich wird nach der Definition einer Referenzkrafttrajektorie für jedes Gelenk das Verhalten der Position und Ausrichtung des Endeffektors gezeigt.

### Vorgehensweise

Es wird empfohlen, die folgenden Schritte zur Durchführung der Aufgabe auszuführen:

- Definiere die Geometrie und die Parameter des Manipulators mit den beiden folgenden Randbedingungen:
  - o Die Masse des gesamten Manipulators beträgt 10 kg.
  - o Der Manipulator kann in einem Arbeitsbereich von  $5 \text{ m}^3$  arbeiten.
- Wende den Lagrangeschen oder Newtonschen Ansatz an, um das dynamische Modell abzuleiten. Bitte stelle sicher, dass:
  - o alle Größen klar angegeben und ausgedrückt werden
  - o die mathematische Herleitung des dynamischen Modells in jedem seiner mathematischen Abschnitte klar ausgedrückt ist
- Implementiere das dynamische Modell mit Hilfe der Matlab/Simulink-Umgebung. Stelle sicher, dass:
  - o das Modell als zeitkontinuierlich implementiert ist
  - o der Solver entweder als Algorithmus mit variablen Schritten oder als Algorithmus mit festen Schritten mit den geeigneten Einstellungen eingestellt ist
- Definiere eine Referenztrajektorie für die auf die Gelenke wirkenden Kräfte. Stelle sicher, dass:
  - o die Trajektorie über einen Zeitraum von 10 Sekunden definiert wird
  - o Diagramme der Gelenktrajektorien sowie der Positions- und Orientierungsvariablen des Endeffektors klar dargestellt sind
- Erstelle einen umfassenden Bericht über alle vorangegangenen Schritte gemäß den Leitlinien.

### Software

Matlab/Simulink

### Einführende Literatur

- Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 1: Modellbildung von Kinematik und Dynamik*. Springer Vieweg. <https://research.ebsco.com/c/3qvac2/search/details/mo5s2otzkz?db=edsbvb>
- Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 2: Pfad- und Bahnplanung, Antriebsauslegung, Regelung*. Springer Vieweg. <https://research.ebsco.com/c/3qvac2/search/details/rhm2ad3pz5?db=edsbvb>
- Siciliano, B., Sciacivico, L., Villani, L. & Oriolo, G. (2009). *Robotics: Modelling, Planning and Control*. Springer. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=46a56324-76fa-32d6-abb4-0082c4aa9324>

### 1.3. Aufgabenstellung 3: Modellierung und Simulation eines beweglichen anthropomorphen Manipulators

**Hintergrund:** Sehr oft werden anthropomorphe Manipulatoren auf mobilen Fahrzeugen montiert, um den Einsatz von Robotern in verschiedenen Produktionsbereichen in der Industrie zu ermöglichen.

**Aufgabenstellung:** Definiere einen anthropomorphen Manipulator, der aus drei Gelenken besteht, nämlich dem Fuß-, dem Schulter- und dem Ellbogengelenk. Der Manipulator muss in der Lage sein, den am weitesten entfernten Punkt im Raum zu erreichen, der sich in einem Abstand von 1 m von der Basis befindet. Das Gesamtgewicht des Manipulators beträgt 2 kg. Definiere die Geometrie und die Masse der Gelenke. Der Manipulator ist auf einem Fahrzeug montiert, das sich bewegt. Modelliere das dynamische Verhalten des Manipulators entweder mit einem Lagrangeschen oder einem Newtonschen Ansatz und implementiere das Modell in Simulink. Nehmen wir nun an, dass das Fahrzeug in einer Zeit von 10 Sekunden von 0 km/h auf 40 km/h in einer linearen Richtung beschleunigt. Berechne die Drehmomente, die auf die Gelenke aufgebracht werden müssen, um den Manipulator während der Beschleunigung in einer statischen Konfiguration zu halten, die Du bestimmen kannst. Simuliere auch dieses Szenario in Simulink.

#### Vorgehensweise

Es werden folgende Schritte zur Lösung der Aufgabe empfohlen:

- Definiere die Geometrie und die Parameter des Manipulators mit den beiden folgenden Einschränkungen:
  - o Die Masse des gesamten Manipulators beträgt 2 kg.
  - o Der am weitesten entfernte Punkt, den der Endeffektor erreichen kann, ist 1 Meter von der Basis entfernt.
- Wende den Lagrangeschen oder Newtonschen Ansatz an, um das dynamische Modell abzuleiten. Stelle sicher, dass:
  - o alle Größen klar angegeben und ausgedrückt werden
  - o die mathematische Herleitung des dynamischen Modells in jedem seiner mathematischen Abschnitte klar ausgedrückt ist
- Implementiere das dynamische Modell mit Hilfe der Matlab/Simulink-Umgebung. Stelle sicher, dass:
  - o das Modell als zeitkontinuierlich implementiert ist
  - o der Solver entweder als Algorithmus mit variablen Schritten oder als Algorithmus mit festen Schritten mit den geeigneten Einstellungen eingestellt ist
- Definiere eine statische Haltung des Manipulators und berechne nach der Berechnung der Beschleunigung des Fahrzeugs die Drehmomente, die auf den Manipulator ausgeübt werden müssen, damit er seine Haltung beibehält. Teste Deine Lösung in Simulink. Stelle sicher, dass:
  - o die Berechnungen, die zu den Drehmomenten führen, klar ausgedrückt sind
  - o der Simulink-Test die gesamte Beschleunigung über die vorgegebenen 10 Sekunden abdeckt
- Erstelle einen umfassenden Bericht über alle vorangegangenen Schritte gemäß den Leitlinien.

#### Software

Matlab/Simulink

#### Einführende Literatur

Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 1: Modellbildung von Kinematik und Dynamik*. Springer Vieweg. <https://research.ebsco.com/c/3qvac2/search/details/mo5s2otzkz?db=edsbvb>

Mareczek, J. (2020). *Grundlagen der Roboter-Manipulatoren – Band 2: Pfad- und Bahnplanung, Antriebsauslegung, Regelung*. Springer Vieweg. <https://research.ebsco.com/c/3qvac2/search/details/rhm2ad3pz5?db=edsbvb>

Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L. & Oriolo, G. (2009). *Robotics: Modelling, Planning and Control*. Springer.  
<https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=46a56324-76fa-32d6-abb4-0082c4aa9324>

## **2. ZUSATZINFORMATIONEN ZUR BEWERTUNG DES PROJEKTBERICHTS**

Bei der Konzeption und Erstellung des Projektberichts sollten die im Prüfungsleitfaden aufgeführten Bewertungskriterien und Erläuterungen berücksichtigt werden.

## **3. BETREUUNGSPROZESS**

Für die Betreuung des Projektberichts stehen grundsätzlich mehrere Kanäle offen. Die jeweilige Inanspruchnahme liegt dabei im eigenen Verantwortungsbereich. Die Tutor:innen stehen für fachliche Rücksprachen zur Themenwahl einerseits sowie für formale und allgemeine Fragen zum wissenschaftlichen Arbeiten andererseits zur Verfügung. Eine Abnahme von Gliederungen, Textteilen oder -entwürfen durch die Tutor:innen ist hierbei jedoch nicht vorgesehen, da die eigenständige Erstellung Teil der zu erbringenden Prüfungsleistung ist und in die Gesamtbewertung einfließt. Es werden jedoch Hinweise zu Gliederungsentwürfen gegeben, um den Einstieg in die Strukturierung einer wissenschaftlichen Arbeit zu erleichtern.