

## Steuerung eines planaren humanoiden Roboter.

Die Abgabe erfolgt bis 18.01.2006, der Schriftliche Teil der Aufgabe ist dabei auf Papier abzugeben, und die MatLab-Dateien über GOYA als ZIP-Archiv.

Bei Fragen stehen wir jederzeit per EMail zu Verfügung:

Heinrich Mellmann    mellmann@informatik.hu-berlin.de  
Manfred Hild         hild@informatik.hu-berlin.de

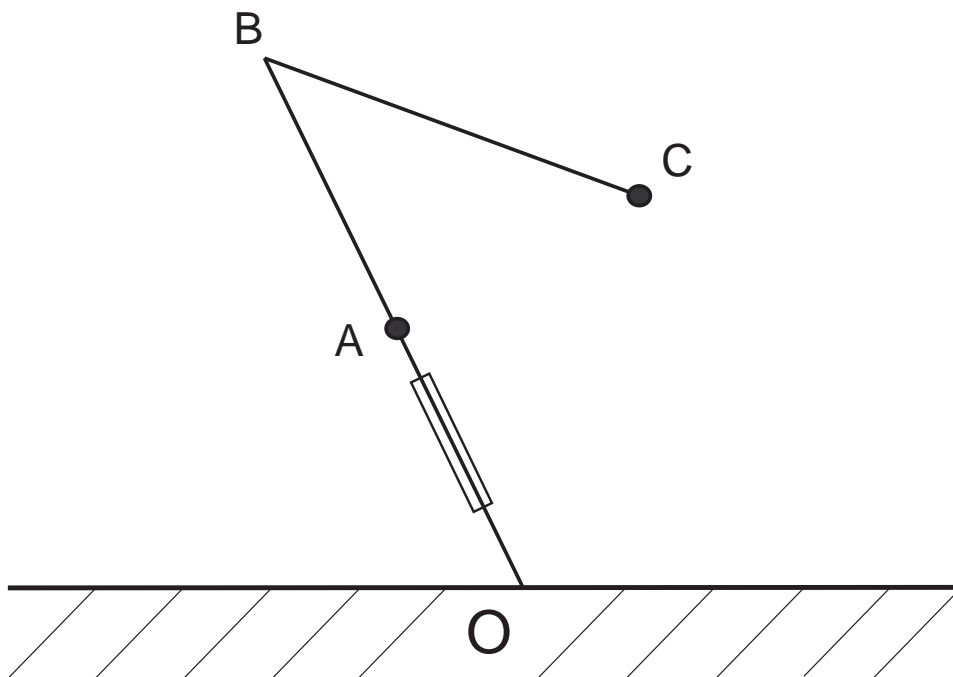
Weitere Hinweise, das Material aus der Übung, sowie das notwendige Programm-Packet (MatLab-Skripte) werden auf der Veranstaltungs-Homepage

<http://www.ki.informatik.hu-berlin.de/lehre/ws0506/kogrob0506.shtml>

zur verfügung gestellt.

---

Wir betrachten wie bereits in der Aufgabe 1 das folgende Modelle eines planaren humanoiden Roboter:



- In den Punkten  $A$ , und  $C$  sind jeweils Punktmassen  $m_a$  und  $m_c$  angebracht. Die Verbindungen sind starr und masselos.
- Wir vernachlässigen die Reibung, und nehmen an, dass wir uns auf der Erde befinden;
- An dem Punkt  $B$  ist ein Rotationsgelenk angebracht (wie in der [Abbildung 1](#) veranschlicht), dadurch soll das Schultergelenk bzw. Ellenbogengelenk simuliert werden;
- Zwischen den Punkten  $O$  und  $A$  befindet sich ein Lineares Gelenk/Schiebegelenk (wie in [Abbildung 1](#) abgebildet). Damit lässt sich die Länge des „Beins“  $OA$  von  $L_{min}$  bis  $L_{max}$  verändern. Dadurch soll simuliert werden dass der Roboter in die „Hocke“ geht (ohne sich dabei zu neigen);

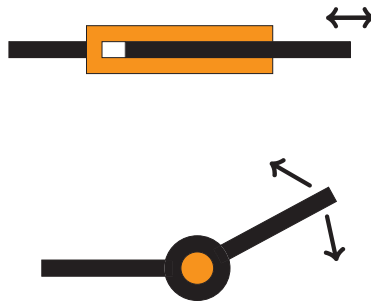
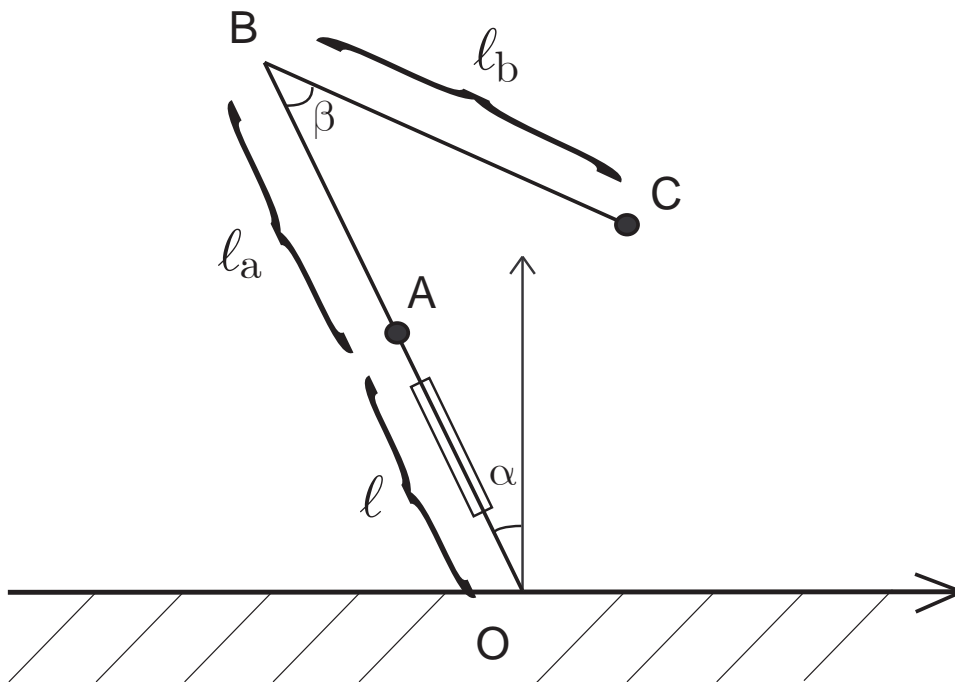


Abbildung 1: (oben) ein lineares Gelenk; (unten) ein Rotationsgelenk;

- Die ganze Konstruktion ist im Punkt  $O$  fest verankert (kann nicht verrutschen), kann aber kippen, sodass wir im Punkt  $O$  ebenfalls ein Rotationsgelenk annehmen können;

Das oben vorgestellte dynamische System kann man nun mit folgenden Größen beschreiben:



wobei  $\alpha(t)$ ,  $\beta(t)$  und  $l(t)$  sind von der Zeit abhängige *verallgemeinerte Koordinaten*, zusammengefasst:

$$q(t) = (\alpha(t), \beta(t), l(t))^T,$$

und  $l_a$  sowie  $l_b$  sind Konstanten, die die Längen der jeweiligen Verbindungen beschreiben.

Ein dynamisches Modell des oben beschriebenen Systems ist vorgegeben. Wir können an dem Rotationsgelenk in  $B$  sowie an dem linearen Gelenk im  $OA$  Beschleunigung  $a_\beta$  bzw.  $a_l$  anlegen, und dadurch auf das System einwirken.

Die Aufgabe besteht nun darin mit Hilfe der beiden Gelenke (d.h. durch Schwenken des Arms und durch „Absetzen“) den Roboter zu stabilisieren, sodass er nicht „umfällt“. Genaue Beschreibung der Schritte folgt unten:

## Aufgabe 1

Wähle ein geeignetes Kontroller-Modell (Verfahren) zur Ansteuerung der beiden Gelenke um den Roboter zu stabilisieren, und passe es auf die Aufgabe an (d.h. formuliere den Kontroller für diese Aufgabe).

Beschreibe den gewählten Kontroller und dokumentiere ggf. die Anpassung (Formulierung).

**Tip.:** schaue die in der Übung erwähnten Methoden an: PID, Fuzzy, Neuronale Netze.

## Aufgabe 2

Implementiere den Kontroller in MatLab, vervollständige dazu die Datei *control.m*. Die Funktion *control* erhält als Parameter: den aktuellen Zeitpunkt  $t$  und die aktuellen Werte der Verallgemeinerten Variablen, sowie die entsprechenden Ableitungen  $(\alpha(t), \beta(t), l(t), \alpha'(t), \beta'(t), l'(t))$ . Als Rückgabewerte gibt *control* die Beschleunigung  $a_\beta$  und  $a_l$  zurück. Passe die Parameter des Kontrollers so an, dass er die gewünschten Anforderungen erfüllt, genauer:

- ist der Roboter geneigt, so soll er in möglichst kurzer Zeit in die Aufrechte Position gebracht werden;
- befindet sich der Roboter in der aufrechten Position, so soll er diese beibehalten;

Experimentiere mit verschiedenen Startwerten. Dokumentiere die Vorgehensweise bei der Anpassung der Parameter.

**Tip.:** verwende geeignete Lernverfahren/ Einstellungsmethoden (stochastische Suche, Evolutionsverfahren, analytische Verfahren).

**Viel Erfolg!**