

Arm-Bewegungen

=====

"So wenig wie möglich - So viel wie nötig"

Ein Mensch verhält sich bei der Steuerung seiner Gliedmaße sehr effizient: Wir lassen zum Beispiel den Bizeps locker, wenn wir den Arm einfach nur abwärts bewegen wollen. Schlagen wir mit einem Hammer einen Nagel ein, beschleunigen wir den Arm zusätzlich über den Trizeps. Durch gleichzeitiges Anspannen des Bizeps und Trizeps können wir den Arm stabilisieren. Wir setzen unsere Aktoren (Muskeln) also gezielt je nach Anforderung ein. Desweiteren nutzen wir bei allen Bewegungen die Eigendynamik unseres Körpers aufgrund der Abmaße und Gewichte aller seiner "Einzelteile". Das spart einerseits Energie und macht somit sehr effiziente Bewegungen - zum Beispiel Laufen - möglich, und schont auf der anderen Seite Gelenke, Muskeln und Knochen.

Ziel bei der Bewegungssteuerung humanoider Roboter ist es ebenfalls, die einzelnen Gelenke mit so wenig Kraft wie möglich anzutreiben. In diesem Aufgabenkomplex soll es darum gehen, Bewegungen mit möglichst wenig Torque zu generieren, und so viel wie möglich die Eigendynamik des Robotermodells selbst zu nutzen.

Die Problemstellungen, die sich daraus ergeben sind klassische Beispiele für die Anwendung maschineller Lernverfahren:

Aufgabe 2Da) entspricht dem sogenannten Mountain-Car-Problem, bei dem sich ein Auto initial in einem Tal zwischen zwei Bergen befindet. Die Kraft des Autos genügt nicht, das Auto in einem Zug den Berg erklimmen zu lassen - es gilt, den Schwung durch geschicktes Aufschaukeln zwischen den Bergen zu nutzen, um aus dem Tal zu gelangen.

Aufgabe 2Db) entspricht in etwa dem sogenannten Balancing-Pole-Problem (auch Inverted Pendulum), bei dem ein drehbar gelagerter Stift auf einem Wagen durch geschicktes Steuern des Wagens senkrecht balanciert werden soll.

Vorbereitung - Initialisierung des Simloid

=====

Stabilisieren zu zunaechst ALLE Gelenke in Ausgangslage mit dem eingebauten PID-Controller. Waehlen Sie die Zielwinkel der Armgelenke so, dass beide Arme senkrecht runterhaengen. Wenn alle Zielwinkel erreicht sind, geben Sie das linke Schultergelenk frei (PID-Controller fuer Gelenk #2 ausschalten). Deaktivieren Sie zusaetzlich fuer das Gelenk #2 die innere Reibung mit dem friction-Kommando.

Im folgenden sollen fuer die Aufgaben nur noch (torque 2 <x>)-Kommandos genutzt werden. Der verwendete Torque-Betrag soll dabei 30 nicht uebersteigen.

Aufgabe 2D: (Arm-Bewegungen)

=====

Lösen Sie beide Teilaufgaben:

a) Ziel dieser Teilaufgabe ist es, den rechten Arm des Simloid einmal eine volle Umdrehung rotieren zu lassen.

- Programmieren Sie eine feste Abfolge von Kommandos, so dass der rechte Arm wenigstens eine volle Umdrehung durchlauft.

- Finden Sie eine Abfolge von Kommandos, so dass die volle Umdrehung...

- *entweder*

- in so kurzer Zeit wie moeglich erreicht wird.

- *oder*

- erreicht wird, und der maximal verwendete Torque-Betrag so gering wie moeglich ist.

- Erstellen Sie einen Graph, x-Achse: t (Zeit/s), y-Achse: ϕ (Schultergelenk)- $180^\circ \dots +180^\circ$ und tragen Sie den Verlauf des Experiments $\langle t, \phi(t) \rangle$ von $t=0$ bis zum Erreichen des Ziels (eine Umdrehung) in den Graph ab. Bem: Beim "Überschlagen" des Arms ist der Kurvenverlauf nicht mehr stetig, sondern springt von 180° zu -180° oder umgekehrt.

b) Ziel dieser Teilaufgabe ist es, den rechten Arm des Simlroid zunächst senkrecht nach oben zu bewegen, und ihn anschliessend dort zu halten.

- Programmieren Sie eine Abfolge von Kommandos, so dass der rechte Arm - aus der Initialisierungsstellung

heraus - wenigstens fuer 5 Simulationssekunden senkrecht gehalten wird (± 5 Grad). Hier wird im Gegensatz zur Aufgabe a) eine Regelung auf Basis der Umweltinformationen (z.B. des Schultergelenkwinkels) von Nöten sein. Versuchen Sie, die Regelung z.B. durch if-then-else-Strukturen oder eines einfachen mathematischen Zusammenhangs zwischen Input und Output so einfach wie möglich zu gestalten.

- Erstellen Sie einen Graph, x-Achse: t (Zeit/s), y-Achse: ϕ (Schultergelenk)- $180^\circ \dots +180^\circ$ und tragen Sie den Verlauf des Experiments $\langle t, \phi(t) \rangle$ von $t=0$ bis zum Erreichen des Ziels (5 Sekunden Balance) in den Graph ab. Bem: Beim "Überschlagen" des Arms ist der Kurvenverlauf nicht mehr stetig, sondern springt von 180° zu -180° oder umgekehrt.