

UNIVERSITÄT SIEGEN

EMBEDDED CONTROL LABORATORY

BALL ON INCLINED PLANE

REPORT OF LAB EXERCISE 2

WS 2016/17

GROUP 11

901510 DAVID SCHLOSSER
918781 STEFAN SCHMIDT

Inhaltsverzeichnis

1	Bericht	2
1.1	Einleitung	2
1.2	Durchführung	2
1.2.1	BOIP-Modell	2
1.2.2	PID-Regler	3
1.2.3	Berechnung der Position	3
1.2.4	Jumping Reference	3
1.3	Ergebnis	4
1.4	Fazit	6
2	Fragen	6
2.1	Erste Frage	6
2.2	Zweite Frage	7

1 Bericht

1.1 Einleitung

Ziel der Übung ist es mit Hilfe von Xcos eine Simulation des Balles auf einer geneigten Fläche aufzubauen. Dazu muss das Script aus *Labor 1* simuliert werden. Zur Regelung des Servo-Motors wird ein PID-Regler benutzt. Des weiteren ist es Teil der Übung, eine Jumping Reference mit einzubauen, um alle zehn Sekunden den Referenzwert für den Ball aus einem gegebenen Intervall zu verändern.

1.2 Durchführung

Zuerst haben wir ein Grundgerüst der Simulation basierend auf *Abbildung 1* aus der Aufgabenstellung gebaut. Wir haben uns dazu entschieden nicht nur das BOIP-Modell in einen einzelnen Super-Block zu packen, sondern auch den PID-Regler. Die gesamte Simulation kann in vier Teile zerlegt werden (BOIP-Modell, PID-Regler, Berechnung der Position, Jumping Reference). Diese werden im Folgenden beschrieben.

1.2.1 BOIP-Modell

Im Super-Block für das BOIP-Modell haben wir das Skript aus *Labor 1* mit Hilfe von Blöcken nachgebaut. Neben Konstanten und mathematischen Operations-Blöcken verwenden wir zur Simulation auch Bedingungen und Begrenzungen. Der Eingang des Super-Blocks ist β , der Ausgang α .

Das Eingangssignal wird mit einem Saturation-Block auf den für uns relevanten Bereich $\beta = \pm 40^\circ$ begrenzt. Anschließend werden wie in *Labor 1* die Werte für γ_1 , c_1 , β_2 und α_1 berechnet. Um abschließend α zu berechnen muss β mit γ verglichen werden. Wenn $\beta \geq \gamma$ ist, wird α_1 positiv, im Fall $\beta < \gamma$ negativ eingerechnet. Diesen Vergleich haben wir mit einem If-Then-Else-Block und einem Selector umgesetzt. Somit erhalten wir letztendlich den Wert α als Ausgabe des Super-Blocks.

1.2.2 PID-Regler

Der PID-Regler simuliert den Servo-Motor des Modells. Die Eingabe in diesen Super-Block ist der Fehlerwert, die Ausgabe der Winkel β .

Der Regler besteht aus drei Berechnungsabschnitten, deren Resultate am Ende addiert werden. Durch Annäherung sind wir auf die Werte 3,5 für den P-Teil, 1,45 für den I-Teil und 2,7 für den D-Teil gekommen. Wir haben versucht einen Tiefpass-Filter einzubauen, jedoch hat dieser unser Resultat nur verschlechtert, weshalb wir diesen wieder verwarfen.

1.2.3 Berechnung der Position

Die Berechnung der Position basiert auf der Formel $x = \iint \frac{5}{7} \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot dt^2$ aus der Aufgabenstellung von *Labor 1*. Diese haben wir mit Hilfe von einer Konstanten, einem Multiplikations-Block, zwei Integrations-Blöcken sowie einem Sinus-Block modelliert. Den Winkel α nehmen wir direkt aus dem Ausgang des BOIP-Super-Blocks. Vor dem ersten Integral finden wir den Wert der Beschleunigung, nach dem ersten Integral den Wert der Geschwindigkeit und nach dem zweiten Integral die Position. Diese wird zum Anfang zurückgeführt, um den Fehlerwert zu berechnen.

1.2.4 Jumping Reference

Eine weitere Aufgabe war es, eine Jumping Reference einzubauen, die einen Referenzwert aus einem gegebenen Intervall für zehn Sekunden hält und dann auf einen anderen Wert springt. Dabei soll immer zwischen positiven und negativen Werten gewechselt werden.

Unsere Jumping Reference wählt immer einen vor drei vorgegebenen Werten, wobei jeder zweite gewählte Wert negativ ist.

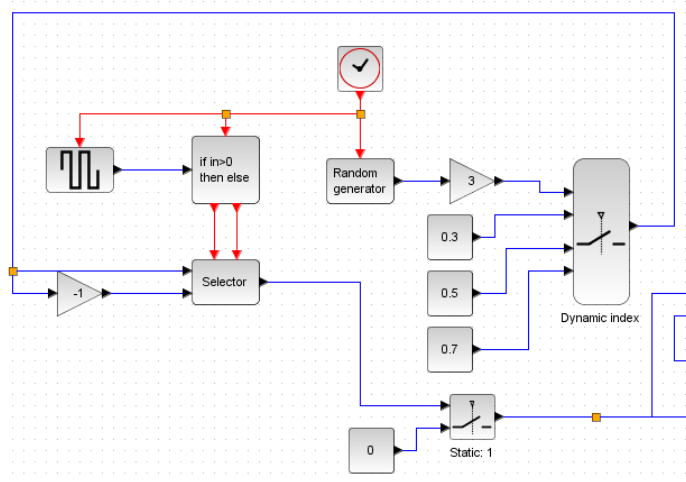


Abbildung 1: Jumping Reference und statischer Wert

In unserer Simulation ist es möglich zwischen einem fest vorgegebenen Sollwert und der Jumping Reference zu wechseln.

1.3 Ergebnis

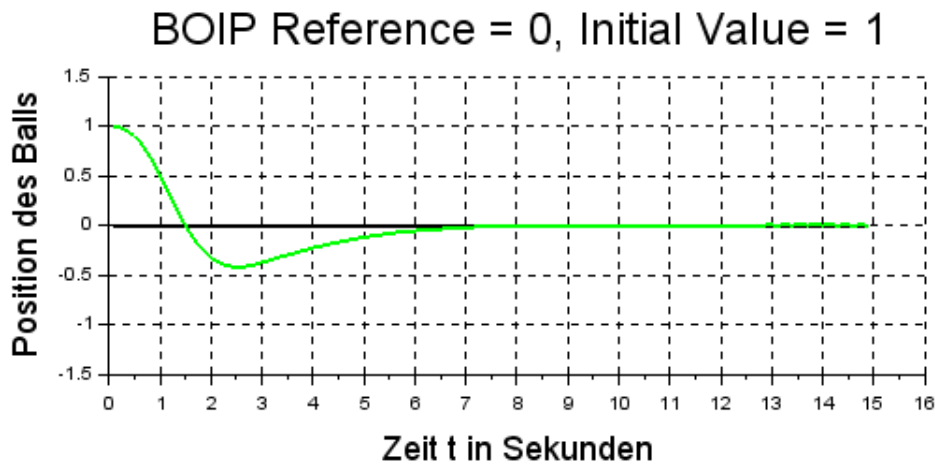


Abbildung 2: Simulation 1

In unserem ersten Versuch haben wir den Referenzwert auf 0 gesetzt und den Initialwert des Balls auf 1. Man sieht das der Ball nach ungefähr 7,5 Sekunden an der gewünschten Position liegen bleibt. Der PID-Regler ist so eingestellt, dass er einmal kurz über schwingt und sich dann der Soll-Position

nähert. Das Überschwingen wird durch den hohen P-Anteil erklärt.

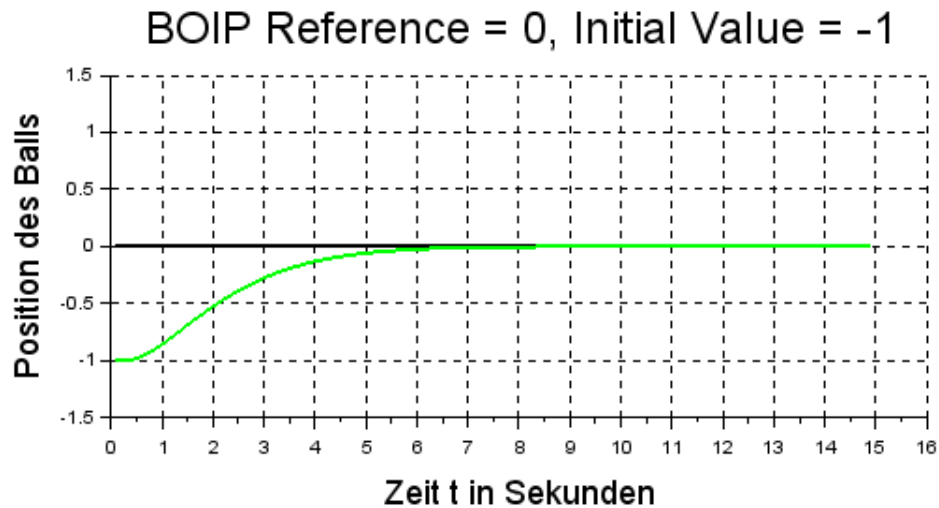


Abbildung 3: Simulation 2

In *Abbildung 3* ist der Referenzwert auf 0 gesetzt, der Initialwert auf -1. Hier nähert sich der Ball langsam dem eingestellten Sollwert ohne ein Überschwingen und erreicht diesen nach ungefähr 8,5 Sekunden.

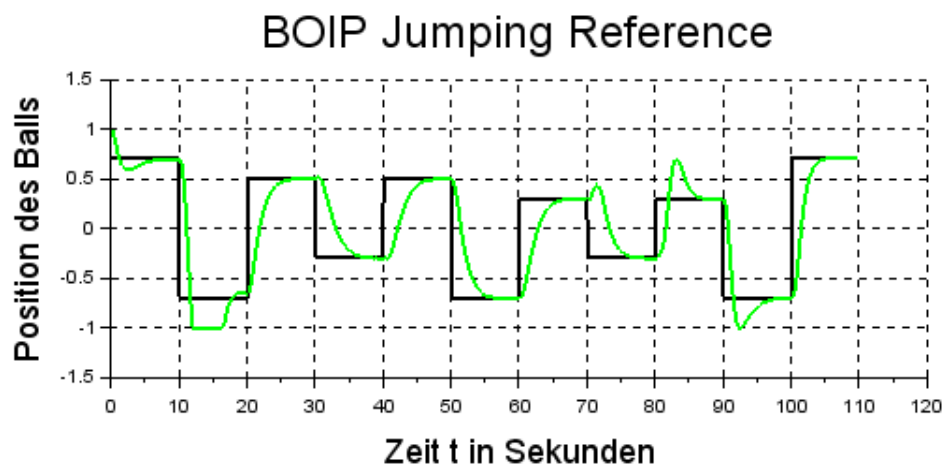


Abbildung 4: Simulation 3

In *Abbildung 4* ist unser letzter Versuch dargestellt. Der Referenzwert wird alle zehn Sekunden auf einen von drei vorgegebenen Werten gesetzt. Außerdem ist jeder zweite Wert negativ.

Man sieht, dass der Ball allerdings nicht bei jedem Wechsel schnell genug an der gewünschten Stelle liegen bleibt. Wir haben lange versucht dieses Problem durch Veränderungen am PID-Regler zu lösen, dies ist uns jedoch leider nicht gelungen.

1.4 Fazit

Bei einem fest vorgegebenen Wert ist es uns gelungen, den Ball in unter zehn Sekunden an die gewünschte Position zu manövrieren.

Wird der feste Wert durch eine Jumping Reference ersetzt, gelingt uns dies jedoch nicht immer, da der Regler manchmal zu langsam ist.

Selbst nach sehr langer Bearbeitungszeit war es uns nicht möglich ein für uns zufriedenstellendes Ergebnis zu erreichen. Wie zu sehen ist, treten die Referenzwerte nicht immer schnell genug oder sogar gar nicht ein. Für dieses Problem haben wir keine Lösung gefunden.

2 Fragen

2.1 Erste Frage

Warum und wann benutzt man limitierte Integrale? Was sind diese Limits bzw. Beschränkungen?

Man benutzt limitierte Integrale zum Beispiel, wenn das Integral durch physikalische Größen begrenzt ist. In unserem Fall ist das Integral über die Geschwindigkeit, also die Position, begrenzt, da nur Positionen zwischen 1 und -1 angefahren werden können.

Außerdem ist physikalisch nur eine Maximalgeschwindigkeit von

$$v_{max} = \sqrt{\frac{20}{7} \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot l}$$

möglich. Dies sollte bei den Berechnungen berücksichtigt werden.

2.2 Zweite Frage

Welche Zeitperiode macht Sinn für das Simulationsintervall?

Das Zeitintervall sollte groß genug gewählt werden, damit deutlich wird, dass der Ball tatsächlich zum stehen kommt und sich nicht zu einem späteren Zeitpunkt wieder bewegt. Da der Ball nach fünf bis zehn Sekunden zum stehen kommt sollte das Zeitintervall entsprechend groß gewählt werden. Sinnvoll sind hier *15* bis *25* Sekunden.