

Gruppe B-Mo2: Protokoll für L3 und H3

Yuchan Bian, Jiaqi Qin, E. Boateng

Abstract: Der entworfene Regler wurde an dem Simulationsmodell (das nichtlineare System) und dem Black Box Modell getestet, um das Verhalten des geregelten Systems zu beobachten. Der Regelparameter muss noch verbessert werden, um die Anforderungen zu erfüllen.

1. REFERENZTRAJEKTORIE

Um die Aufgabe zu absolvieren, ist es notwendig, die Referenzsignale zu definieren. Diese Signale muss die vorgegebene Anforderungen erfüllen. Die Hauptaufgabe lassen sich wie Tabelle 1 definieren.

Table 1. Hauptaufgabe

Subtask	Point	α	β
Start	1	0°	approx. -27°
Cargo pick-up	2	90°	approx. -22°
Cargo deposition	3	450°	approx. -22°
Finish(landing)	1	0°	approx. -27°

Außerdem ist die Mindestflughöhe von β gleich -7.5° . Weil der Nickwinkel γ nicht berücksichtigt wird, ist es nur notwendig, eine Referenzsignale für Schwenkwinkel α und Steigwinkel β zu definieren. Die Trajektorie soll sich in einige Abschnitte unterteilen, in denen jeweils ein Zustand verändert wird. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie z.B. Sprünge, Rampen, trigonometrische Funktionen(wie sin und cos) und Polynom n-ten Grades, um die Zustandsänderung bei jeder Abschnitt darzustellen. In L2 wurde Rampen für die Änderungen von α und β eingesetzt. In L3 wurde Sinus-Funktion mit verschiedene Zeitpunkten implementiert. Die beide Referenzsignale wurden für Testen des Reglers verwendet. Durch Phasenverschiebung ($\pi/2$) können die steigende Sinus-Signale und die fallende Sinus-Signale unterschiedet werden. Die steigende Signale werden durch

$$S_{steig} = z \pm z * \sin\left(\frac{2 * \pi * (t - T_{start})}{2 * (T_{end} - T_{start})} - \pi/2\right) \quad (1)$$

gegeben. Die fallende Signale werden durch

$$S_{fall} = z \pm z * \sin\left(\frac{2 * \pi * (t - T_{start})}{2 * (T_{end} - T_{start})} + \pi/2\right) \quad (2)$$

gegeben. z ist die Amplitude bei jeder Abschnitt. T_{start} ist die Startzeitpunkt von jedem Abschnitt. T_{end} ist die Endzeitpunkt. Die Abschnitte lassen sich wie Tabelle 2 definieren.

Table 2. Trajektorieabschnitte

Abschnitt	α	β	Aufgabe
1	0°	-27°	Start
2	0°	-27°→0°	/
3	0°	0°	/
4	0°→90°	0°	/
5	90°	0°	/
6	90°	0°→-22°	/
7	90°	-22°	Cargo Pick-up
8	90°	-22°→0°	/
9	90°	0°	/
10	90°→450°	0°	/
11	450°	0°	/
12	450°	0°→-22°	/
13	450°	-22°	Cargo deposition
14	450°	-22°→0°	/
15	450°	0°	/
16	450°→0°	0°	/
17	0°	0°	/
18	0°	0°→-27°	/
19	0°	-27°	Finish(landing)

Abbildung 1 und 2 zeigen sich die Solltrajektorie(Rampen) in α und β Richtung. Abbildung 3 und 4 zeigen sich die Solltrajektorie(Sinus) in α und β Richtung.

2. LQI-REGLER

2.1 Regelstruktur]

Die Regelkreisstruktur für nichtlinear Modell und Black Box Modell stellt sich wie Abbildung.3 dar. Die umrechnete Spannung sollte auf 0-4V begrenzt sein.

2.2 Regelparameter

Die Gewichtsmatrix Q sollte noch getunt im nächsten Versuch werden. Aktuell Q ist:

$$Q = \begin{bmatrix} 200 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 100 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 30 \end{bmatrix} \quad (3)$$

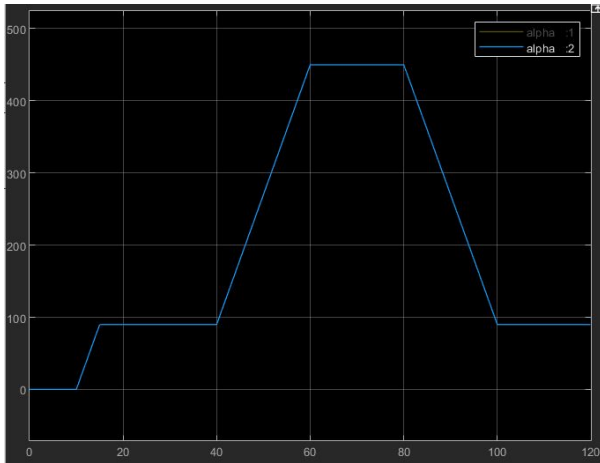


Fig. 1. Sollsignal(Rampen) von α

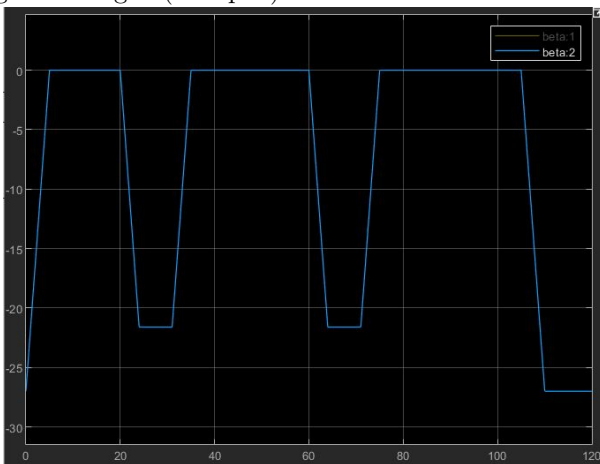


Fig. 2. Sollsignal(Rampen) von β

2.3 Beobachter

Die Pole des Beobachters wurden nach die Regel $p = \min(\text{real}(\text{Eigenwert})) * 3$ ausgewählt. In L2 wurde diese Pole etwas anders gewählt. Jetzt ist die Pole in L3 lautet:

$$p = [-23, -23.1, -23.2, -23.3, -23.4, -23.5] \quad (4)$$

3. SIMULATIONSERGEBNISSE

3.1 Ergebnisse des nichtlinearen Modells

Nach dem Entwurf des Reglers wird das komplette System mit dem nichtlineare Modell simulativ getestet. Eine Solltrajektorie(Rampen) wird in das System eingegeben, um die Funktion des Regler zu prüfen. Abbildung 6 und 7 zeigen sich die Simulationsergebnisse.

Die blaue Linien sind jeweils die Sollwert von α und β . Die gelbe Linien sind die Simulationsergebnisse. Aus der Abbildungen ist es ersichtlich, dass der Regler kann die Solltrajektorie mit nichtlinearen Modell folgen. Dann wird die Solltrajektorie(Sinus) in dem nichtlinearen Modell eingegeben. Abbildung 8 und 9 zeigen sich die Ergebnisse.

3.2 Ergebnisse des Black Box Modells

Der Regler funktionier gut mit nichtlinearen Modell. Danach wurde der Regler nun an dem Black Box Modell

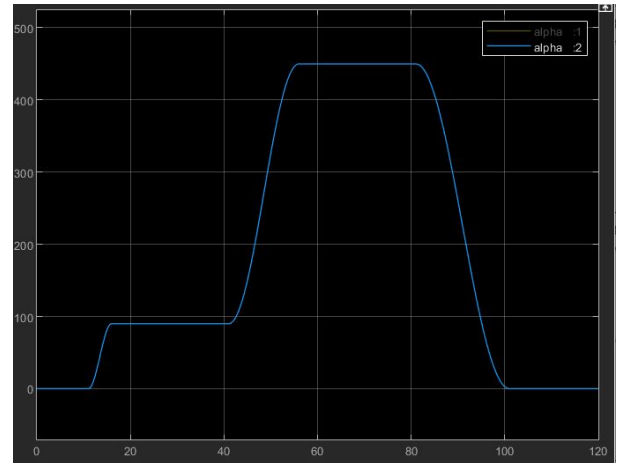


Fig. 3. Sollsignal(Sinus) von α

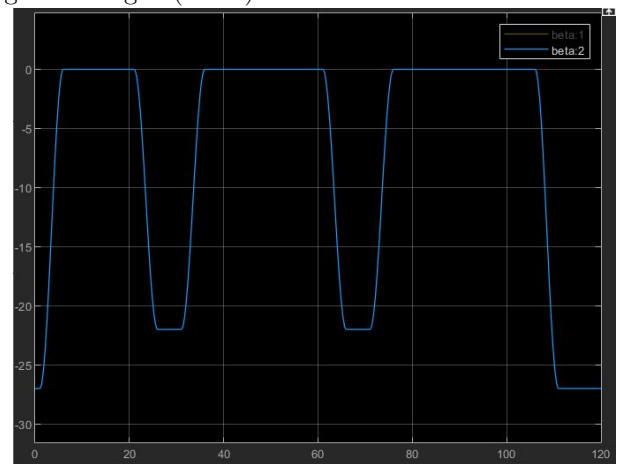


Fig. 4. Sollsignal(Sinus) von β

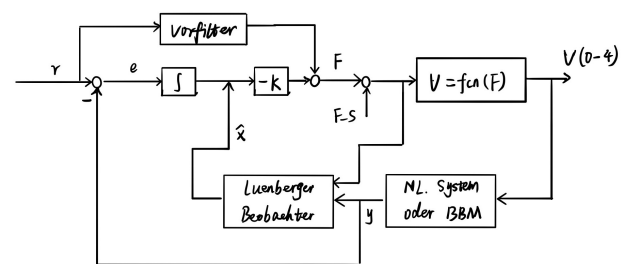


Fig. 5. Regelstruktur1

getestet. Bei dem Black Box Modell muss man beachten die Vorzeichen von α , β , und γ . Wenn die Vorzeichen falsch sind, funktioniert der Regler schlecht. Zuerst wird die Solltrajektorie(Rampen) in das System eingegeben, um die Funktion des Regler zu prüfen. Abbildung 10,11 und 12 zeigen sich die Simulationsergebnisse in α , β und γ Richtung.

Aus Abbildung 10 kann man ersehen, dass γ schwingt ein bisschen stark. Dann wird die Solltrajektorie(Sinus) in dem Black Box System eingegeben, Abbildung 13,14 und 15 zeigen sich die Ergebnisse.

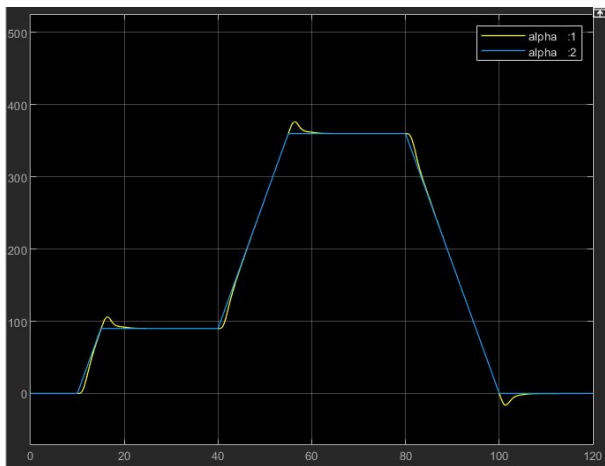


Fig. 6. Ergebnis des nichtlinearen Modells in α (Rampen)

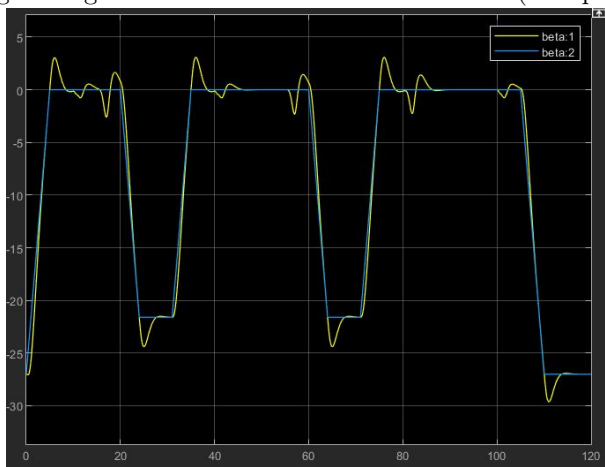


Fig. 7. Ergebnis des nichtlinearen Modells in β (Rampen)

Aus dieser Ergebnisse von Black Box Modell sieht man deutlich, dass die Solltrajektorie(Sinus) sich eine besseres Verhalten von γ ergeben. Und der Regler funktioniert gut.

REFERENCES

- [1] Handbook Control of a 3-DOF Helicopter
IST, University of Stuttgart, Germany
Corona Edition Winter term 2020/21
- [2] Regelkreisstrukturen
IST, University of Stuttgart, Germany

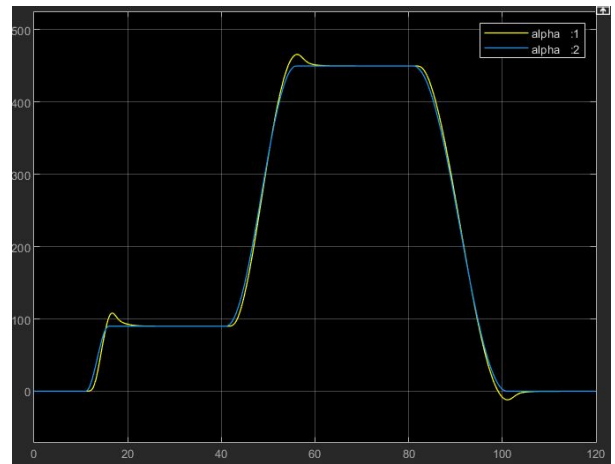


Fig. 8. Ergebnis des nichtlinearen Modells in α (Sinus)

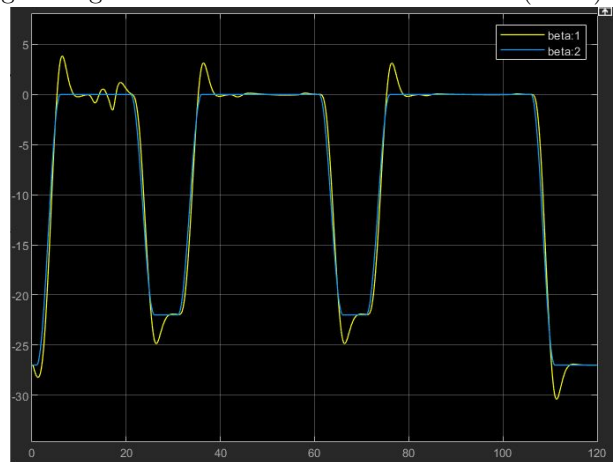


Fig. 9. Ergebnis des nichtlinearen Modells in β (Sinus)

Table 3. Arbeitsplan für Labwork 4

Zeit	Dauer	Ziel	Aufgabe
14 : 00	90min	Regler verbessern	Gewichtsmatrix Q tunen
15 : 30	90min	potenzielle Problem lösen	Verifizierung der Reglerparameter
17 : 00	60min	Gesamtaufgabe lösen	die Strategie sich wiederholen

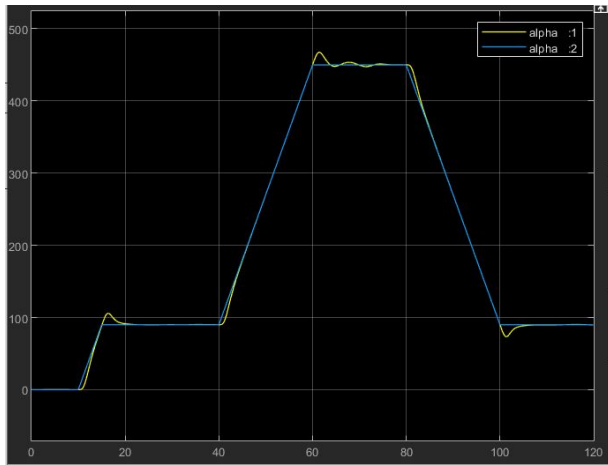


Fig. 10. Ergebnis des Black Box Modells in α (Rampen)

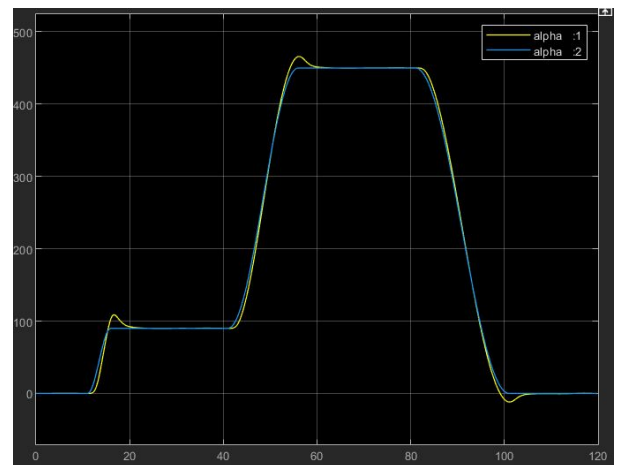


Fig. 13. Ergebnis des Black Box Modells in α (Sinus)

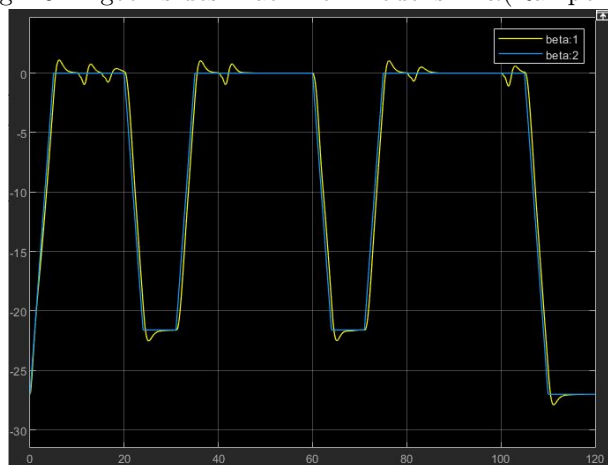


Fig. 11. Ergebnis des Black Box Modells in β (Rampen)

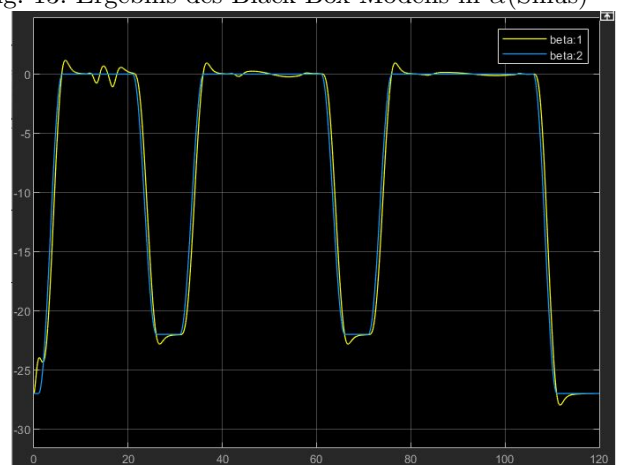


Fig. 14. Ergebnis des Black Box Modells in β (Sinus)



Fig. 12. Ergebnis des Black Box Modells in γ (Rampen)

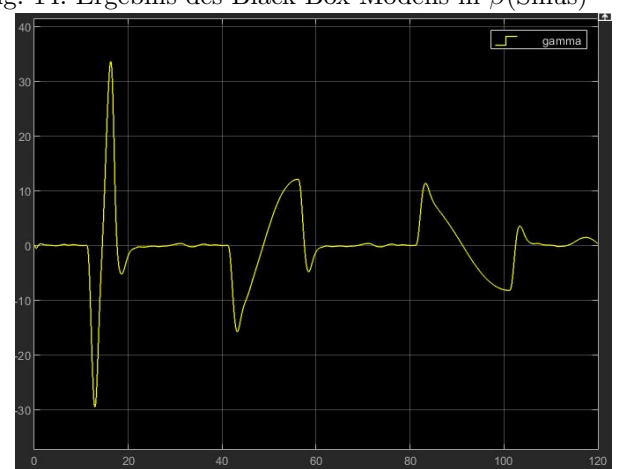


Fig. 15. Ergebnis des Black Box Modells in γ (Sinus)