

Protokoll 1 ATu2

Y.Huang, J.Yu, T.Yang, Z.Zhou

Zusammenfassung: In diesem Protokoll werden die Ergebnisse von Labwork 1 und H1 gezeigt. Das reale System können durch die HIL Elemente und Joystick angesteuert werden. Danach wird das nicht lineare System vereinfacht, modelliert und in Simulink simuliert.

1. AUFGABENEINSTELLING

In diesem Protokoll 1 werden die Ergebnisse von Laboversuch(L1) und Homework1 vorgestellt. Die Bewegungsgleichungen von 3-DOF Helikopter werden durch die Freischnitte des Körpers analysiert und abgeleitet. Danach wird das vereinfachte Modell in Simulink implementiert.

2. ERGEBNIS VON LABOVERSUCH 1

In dem ersten Laboversuch haben wir die Ansteuerung mit entsprechenden blöcken in Simulink und Joystick durchgeführt.

- (1) *HIL Initialize* Block vernetzt Simulink und Q8 USB Block. Damit können wir die Ein- und Ausgänge in Simulink selbst einstellen.
- (2) *Read Encoder* Block dient zur Messung der Schwinkel-, Steig- und Nickwinkel.
- (3) *Write Analog* Block steuert die Eingänge, dass wir am Motor anlegen, sind die Spannung.
- (4) *Write Digital* Block aktiviert den Verstärker. Wenn wir den Wert 1 einsetzen, dann wird den Verstärker aktiviert. Wenn Wert 0 ist, ist der Verstärker ausgeschaltet.
- (5) *Game Controller* Block entscheidet die Werte der Spannungen, die durch Write Analog am beiden Motors angelegt werden.

Wenn wir alle Bauelemente wie in Simulink gezeigt vernetzen, können wir durch Joystick die am Motor aufgebrachte Spannungen einstellen. Unsere Plan ist so:

- Drehung von Scrollrad bei Joystick geben zwei Motors gleiche Spannung.
- Wenn wir den Griff von Joystick auf unterschiedliche Richtung lenken, werden zusätzlich Spannungswerte auf back- und Frontmotor angelegt.

Zunächst beobachten wir die Messungswerte, wenn wir das Helikopter mit Joystick steuern. Dazu finden wir das gesamte System tatsächlich linkshändig Koordinatensystems. Und für den Fall, dass man gleiche Spannung am Motor anlegt, theoretische sollte der Nickwinkel 0 Grad sein. Aber tatsächlich tritt ein Abweichung auf. Das ist genau ein wichtige Punkt, das wir berücksichtigen müssen, wenn wir einen Regler entwerfen.

3. MODELLIERUNG

Um Systemverhalten des Helikopters analysieren und Regler entwerfen zu können, wird im folgenden das Helikopter

System modelliert. Es gibt drei Freiheitsgrad: Schwenkwinkel α , Steigungswinkel β und Nickwinkel γ , mit entsprechende Achse X, Y und Z. Dafür werden Newton-Euler Gleichungen auf jeder Achsen durchgeführt.

Zunächst werde das System mit der folgenden Annahmen vereinfacht:

- Der Helikopter-Körper ist symmetrisch.
- Alle Körper sind starr.
- Die Reibung in den Gelenken und die Luftwiderstand werden vernachlässigt.
- Zentripetalkräfte, Zentrifugalkräfte und Motordrehmoment werden nicht berücksichtigt.
- Bei der Rechnung von Trägheitsmomenten werde die Körper als Punktmasse angenommen und die Deviationsmomente werden vernachlässigt.

Die Trägheitsmomente werden in Matlab (*Trägheitsmoment.m*) dargestellt. Das Trägheitsmoment $I_\alpha(\beta, \gamma)$ wird für den bestimmten Arbeitspunkt: $\beta = -7.5^\circ$ und $\gamma = 0^\circ$ als konstant angenommen.

$$I_\alpha = 1,0562 \text{ kgm}^2 \quad (1)$$

$$I_\beta = 1,2012 \text{ kgm}^2 \quad (2)$$

$$I_\gamma = 0,0402 \text{ kgm}^2 \quad (3)$$

Die Momente

$$M_\alpha = I_\alpha \ddot{\alpha} = -(F_f + F_b) \sin(\gamma)[L_g \sin(\beta) + L_a \cos(\beta) + L_p \sin(\beta)] \quad (4)$$

$$\begin{aligned} M_\beta &= I_\beta \ddot{\beta} = M_w g \cos(\beta) L_w + M_{na} g \cos(\beta) (\frac{1}{2} L_w) \\ &\quad - M_{ha} g \cos(\beta) (\frac{1}{2} L_a) - M_m g \cos(\beta) (L_a - L_m) \\ &\quad - (M_h + M_j) g \cos(\beta) L_a - M_w g \sin(\beta) L_g \\ &\quad - M_{na} g \sin(\beta) L_g - M_{ha} g \sin(\beta) L_g - M_m g \sin(\beta) L_g \\ &\quad - (M_h + M_j) g \sin(\beta) (L_g + L_p) + (F_f + F_b) \cos(\gamma) L_a \end{aligned} \quad (5)$$

$$M_\gamma = I_\gamma \ddot{\gamma} = (F_f - F_b) L_h + (-M_f + M_b) g \cos(\beta) \cos(\gamma) L_h - (M_f + M_b) g \cos(\beta) \sin(\gamma) L_p \quad (6)$$

ergibt sich aus dem Freischnitt in den Abbildungen 1 bis 3. Die Kräfte des Backmotors(b) und Frontmotors(f) werden durch den Eingang Spannung $U(\cdot)$ gerechnet, wobei der Schub-Kraft-Parameter $k(\cdot)$ durch ein Experiment identifiziert werden sollte. Die Differentialgleichung des Systems

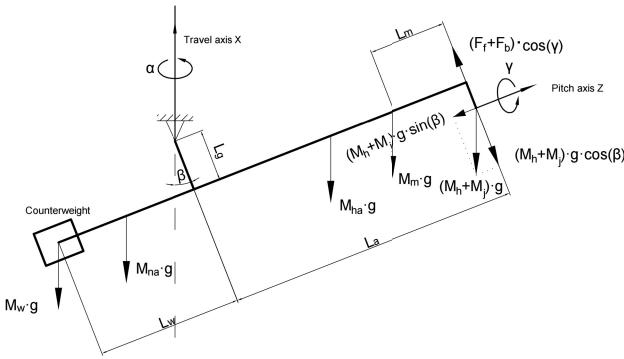


Abbildung 1. Freischnitt des Körpers von Y Achse

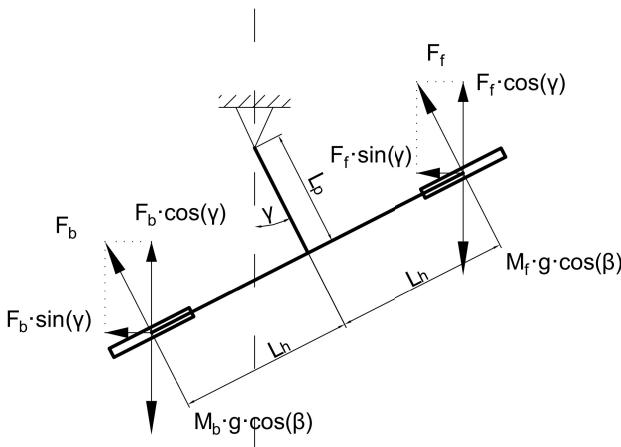


Abbildung 2. Freischnitt des Körpers von Z Achse

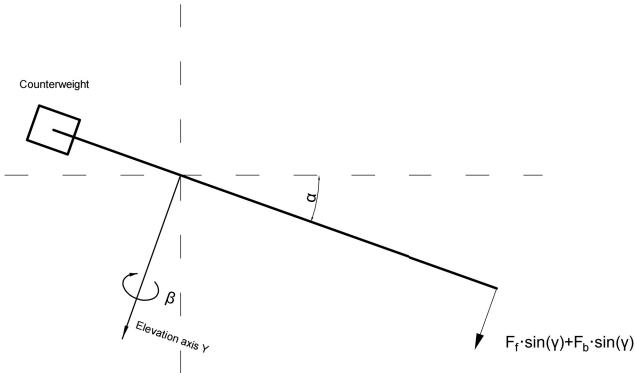


Abbildung 3. Freischnitt des Körpers von X Achse

$$\dot{x} = \begin{pmatrix} \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \\ \frac{M_\alpha}{I_\alpha} \\ \frac{M_\beta}{I_\beta} \\ \frac{M_\gamma}{I_\gamma} \end{pmatrix} \quad (7)$$

mit der Zustand

$$x = (\alpha \ \beta \ \gamma \ \dot{\alpha} \ \dot{\beta} \ \dot{\gamma})^T$$

Stellgröße

Tabelle 1. Parameter des Freischnitts

L_w	0.470m
L_a	0.660m
L_h	0.178m
L_m	0.152m
L_p	0.028m
L_g	0.042m
M_h	1.296Kg
M_w	1.87Kg
M_{ha}	0.377Kg
M_{na}	0.138Kg
M_m	0.070Kg
M_j (Joint 2+3)	0.132Kg
M_f	0.487Kg
M_b	0.487Kg

$$u = (F_f \ F_b)^T$$

$$y = (x_1 \ x_2 \ x_3) = (\alpha \ \beta \ \gamma)$$

werde in der Simulink `<3DOF_Heli_Simulink.slx>` benutzt.

4. PLAN FÜR L2

Wie in Tabelle 2. Arbeitsplan für Laborversuch 2 gezeigt.

LITERATUR

“CAD drawings of the Quanser 3 DOF helicopter,” IST, Tech. Rep., 2011.

“3-DOF Helicopter: User Manual,” Quanser Inc., Markham, ON, Canada., Tech. Rep., 2010.

Tabelle 2. Arbeitsplan für Laborversuch 2

Time	Duration	Goal	Task	Preparation
14:00	30 min.	Messung von Schubkraft Parameter	Mit Digitalwaage die Abhängigkeit von der Kraft und der Motorspannung finden	
14:30	30 min.	In welchen Zustände ist die Ruhelage erreicht	anliegen unterschiedliche Spannung an back und Frontmotro	
15:00	30 min.	mit welchen Spannungen hält Nickwinkel 0	versuch unterschiedliche Spannung am Motors	
16:00	60 min.	Verifizierung des Modells und Überprüfung der Machbarkeit des Modells	Überprüfen Bewegungsgleichungen	
17:00	60 min.	Entwerfen des Reglers	analysieren die Unsicherheiten in Unsere Modell. Wählen geeignete Reglerstrukture	