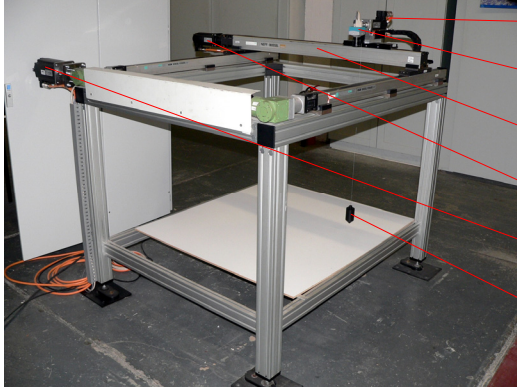




Trajektorienregelung für die Lastposition eines Brückenkrans

Bildrückgeführte Lastpositionsregelung und aktive Pendeldämpfung

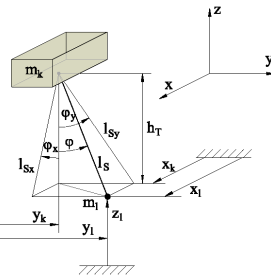
Automatisierter Brückenkran



- Antrieb z-Achse
- CMOS-Kamera
- Kranbrücke
- Antrieb x-Achse
- Antrieb y-Achse
- Last

Mathematisches Modell

Die x- und y-Achse des Krans werden dezentral geregelt. Daher werden separate Modelle für beide Achsen benötigt, welche analog aufgebaut sind. Mit der Katzposition y_k , dem Seilwinkel φ_y und der Seillänge l_{sy} als generalisierte Koordinaten ergeben sich die Bewegungsgleichungen für die y-Achse:



$$\begin{bmatrix} m_l + m_k & m_l l_{sy} \cos(\varphi_y) & m_l \sin(\varphi_y) \\ m_l l_{sy} \cos(\varphi_y) & m_l l_{sy}^2 & 0 \\ m_l \sin(\varphi_y) & 0 & m_l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{y}_k \\ \ddot{\varphi}_y \\ \ddot{l}_{sy} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} m_l l_{sy} \dot{\varphi}_y \sin(\varphi_y) + 2 m_l l_{sy} \dot{\varphi}_y \cos(\varphi_y) \\ 2 m_l l_{sy} \dot{l}_{sy} \dot{\varphi}_y + m_l l_{sy} g \sin(\varphi_y) \\ -m_l l_{sy} \dot{\varphi}_y^2 - m_l g \cos(\varphi_y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_k - F_{rk} \\ 0 \\ -F_h \end{bmatrix}$$

Zustandsvektor $x_y = [y_k \quad \dot{y}_k \quad \varphi_y \quad \dot{\varphi}_y \quad l_{sy} \quad \dot{l}_{sy}]^T$

Ausgangsvariablen $y_y = \begin{bmatrix} y_l \\ z_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_k + l_{sy} \sin(\varphi_y) \\ h_T - l_{sy} \cos(\varphi_y) \end{bmatrix}$

Zustandstransformation

$$y_k = y_l + \frac{\ddot{y}_l (h_T - z_l)}{\ddot{z}_l + g}$$

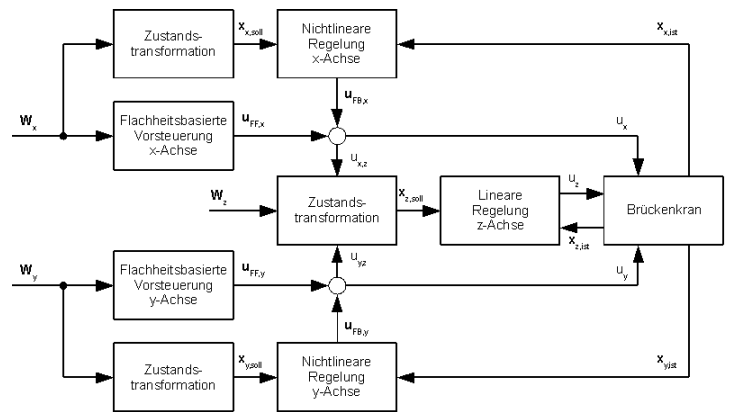
$$\varphi_y = -\arctan\left(\frac{\ddot{y}_l}{\ddot{z}_l + g}\right)$$

$$l_{sy} = \sqrt{(h_T - z_l)^2 + \frac{\ddot{y}_l^2 (h_T - z_l)^2}{(\ddot{z}_l + g)^2}}$$

Dezentrale Regelungsstruktur

Während für die unterlagerte Regelung der z-Achse ein P-Regler ausreicht, werden für den Steuerungs- und Regelungsentwurf der x- und y-Achse nichtlineare Strategien verfolgt:

- Flachheitsbasierte Vorsteuerung
- Passivitätsbasierte Regelung
- Norm-optimale Regelung



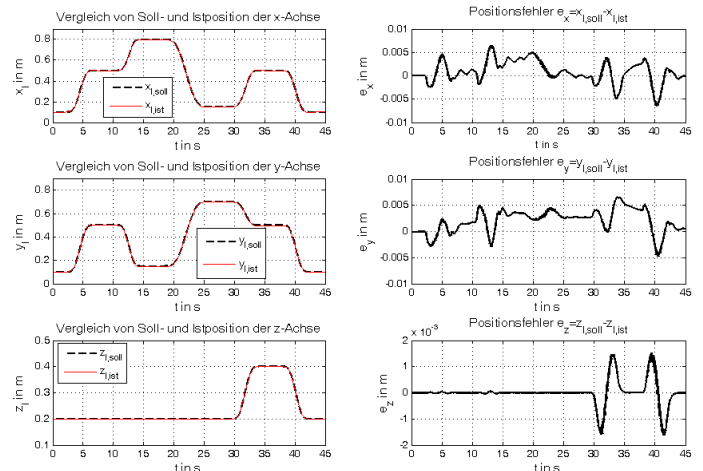
Messung der Lastposition

Die relative Position x_P bzw. y_P zwischen der Kranlast und der Laufkatze wird mit einer CMOS-Kamera durch räumliche Filterung bestimmt:

$$x_l = x_k + x_P; \quad y_l = y_k + y_P$$

Experimentelle Ergebnisse

Messungen am Prüfstand zeigen ein sehr gutes Verhalten des geschlossenen Regelkreises im Hinblick auf eine genaue Folge vorgegebener Trajektorien als auch eine gute Pendeldämpfung.



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Harald Aschemann
Lehrstuhl für Mechatronik
Universität Rostock
Justus-von-Liebig-Weg 6
18059 Rostock
Harald.Aschemann@uni-rostock.de

Dipl.-Ing. Dominik Schindele
Lehrstuhl für Mechatronik
Universität Rostock
Justus-von-Liebig-Weg 6
18059 Rostock
Dominik.Schindele@uni-rostock.de

Dipl.-Ing. Ingolf Menn
Lehrstuhl für Mechatronik
Universität Rostock
Justus-von-Liebig-Weg 6
18059 Rostock
Ingolf.Menn@uni-rostock.de