Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Praktikumsbericht

Entwicklung und Implementierung einer automatisierten szenariobasierten Unit-Test Strategie für einen modellprädiktiven Pfadfolgeregler in einer GitLab CI Pipeline

vorgelegt von

Georg Ehrler

Matrikel-Nr.: 521446

Studiengang: Energie- und Automatisierungssysteme

Betreuer: Francisco Moreno, M.Sc.
Robert Ritschel, M.Sc. (IAV)

Prüfer: Prof. Dr. -Ing. habil. Stefan Streif

Datum: 14. März 2024

IAV GmbH

Regelungstechnik und Systemdynamik
Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Streif

$$C(x(t_k), s(t_k), u(\cdot), v_s(\cdot)) = \int_{t_k}^{t_k+T_p} \left\| \begin{pmatrix} e(\tau) \\ a_{\mathrm{lat}}(\tau) \end{pmatrix} \right\|_Q^2 + \left\| \begin{pmatrix} u(\tau) \\ v_s(\tau) - v_{s,\mathrm{des}}(\tau) \end{pmatrix} \right\|_R^2 d\tau + \left\| \begin{pmatrix} e(t_k + T_p) \\ a_{\mathrm{lat}}(t_k + T_p) \end{pmatrix} \right\|_P^2 \tag{1}$$

$$J(x(t_k), \theta(t_k), \bar{u}, \bar{\vartheta}(\cdot)) = \int_{t_k}^{t_k+T_p} F(\bar{e}(\tau), \bar{x}(\tau), \bar{u}(\tau), \bar{\vartheta}(\tau)) d\tau + E(\bar{e}(t_k+T_p), \bar{x}(t_k+T_p)) \tag{2}$$

$$F(e, x, u, \vartheta) = \left\| \frac{e}{a_{\mathrm{lat}}(x)} \right\|_Q^2 + \left\| \frac{u}{\vartheta - \vartheta_{\mathrm{ref}}} \right\|_R^2 \tag{3}$$

$$E(e, x) = \left\| \frac{e}{a_{\mathrm{lat}}(x)} \right\|_P^2 \tag{4}$$

$$F(e, x, u, 9) = \left\| \frac{e}{a_{\mathrm{lat}}(x)} \right\|_Q^2 + \left\| \frac{u}{9 - g_{\mathrm{ref}}} \right\|_R^2 \tag{5}$$

$$E(e, x) = \left\| \frac{e}{a_{\mathrm{lat}}(x)} \right\|_P^2 \tag{6}$$

$$\begin{aligned} Q &= \mathrm{diag}(q_x, q_y, q_\psi, q_a), \\ P &= \mathrm{diag}(p_x, p_y, p_\psi, p_a), \\ R &= \mathrm{diag}(r_a, r_\omega, r_v), \end{aligned} \tag{7}$$

$$F(e, x, u, \vartheta) = \left\| \begin{matrix} e \\ a_{lat}(x) \end{matrix} \right\|_Q^2 + \left\| \begin{matrix} u \\ \vartheta - \vartheta_{ref} \end{matrix} \right\|_R^2 \tag{8}$$

$$E(e, x) = \left\| \begin{matrix} e \\ a_{lat}(x) \end{matrix} \right\|_P^2 \tag{9}$$

$$\dot{\bar{x}}(\tau) = f(\bar{x}(\tau), \bar{u}(\tau)), \quad \bar{x}(t_k) = x(t_k) \tag{10}$$

$$\dot{\bar{\theta}}(\tau) = \breve{\vartheta}(\tau), \quad \bar{\theta}(t_k) = \theta(t_k) \tag{11}$$

$$\bar{e}(\tau) = h(\bar{x}(\tau)) - p(\bar{\theta}(\tau)) \tag{12}$$

$$\bar{u}(\tau) \in \mathcal{U}, \quad \bar{x}(\tau) \in \mathcal{X} \tag{13}$$

$$\bar{\theta}(\tau) \in [0, \theta_{\max}], \quad \breve{\vartheta}(\tau) \in \mathcal{V} \tag{14}$$

$$h_c(\bar{x}(\tau), \bar{u}(\tau)) \le 0 \tag{15}$$

$$J(x(t_k), \theta(t_k), \bar{u}^*(\cdot), \bar{\vartheta}^*(\cdot)) = \min_{u(\cdot),\vartheta(\cdot)} J(x(t_k), \theta(t_k), \bar{u}(\cdot), \bar{\vartheta}(\cdot)) \tag{16a}$$

$$s.t \qquad \dot{\bar{x}}(\tau) = f(\bar{x}(\tau), \bar{u}(\tau)), \quad \bar{x}(t_k) = x(t_k) \tag{16b}$$

$$\dot{\bar{\theta}}(\tau) = \bar{\vartheta}(\tau), \quad \bar{\theta}(t_k) = \theta(t_k) \tag{16c}$$

$$\bar{e}(\tau) = h(\bar{x}(\tau)) - p(\bar{\theta}(\tau)) \tag{16d}$$

$$\bar{u}(\tau) \in \mathcal{U}, \quad \bar{x}(\tau) \in \mathcal{X} \tag{16e}$$

$$\bar{\theta}(\tau) \in [0, \theta_{max}], \quad \bar{\vartheta}(\tau) \in \mathcal{V} \tag{16f}$$

$$h_c(\bar{x}(\tau), \bar{u}(\tau)) \leq 0 \tag{16g}$$

1. Der Ausgang des Systems y konvergiert auf den Pfad $\mathcal{P}$: $\lim_{t\to\infty} \|e(t)\| = 0$ mit der Pfadabweichung $e(t) := h(x(t)) - p(\theta(t))$.
2. Die Pfadgeschwindigkeit konvergiert auf die Referenzgeschwindigkeit: $\lim_{t\to\infty} \|\bar{\theta}(t) - \bar{\theta}_{ref}(t)\| = 0$
3. Die Zustandsbeschränkungen $\mathcal{X}$ und Eingangsgrößenbeschränkungen $\mathcal{U}$ werden eingehalten.