

Bericht für den Kurs „Projektwettbewerb Konzepte der Regelungstechnik“

Steffen Zeile, Fabian Haas-Fickinger (Gruppe 15)

Zusammenfassung Im Rahmen des „Projektwettbewerbs Konzepte der Regelungstechnik“ wurde ein modifizierter LQR Regler entwickelt, um einer zuvor berechneten optimalen Trajektorie folgen.

1. EINFÜHRUNG

Die Aufgabe des Projektwettbewerbs Konzepte der Regelungstechnik ist es einen Regler zu entwerfen, der ein simuliertes Fahrzeug auf einem Rundkurs derart steuert, dass ein Runde absolviert ohne dabei die Strecke zu verlassen. Ziel des Wettbewerbs ist es eine möglichst geringe Rundenzeit zu erzielen.

Hierbei werden Gaspedalstellung, Lenkwinkel, Bremskraft und Bremskraftverteilung abhängig von den Fahrzeugzuständen geregelt. Die Zustände des dahinterliegenden Fahrzeugmodells, sowie der Verlauf der Streckenränder stehen dem Regler vollständig zur Verfügung.

2. KONZEPT

Unser Ansatz besteht darin, vor dem Start der Runde eine zeitoptimale Trajektorie zu berechnen und diese als Referenz für einen Regler zu nutzen. Daraus resultieren zwei Teilaufgaben, das Optimierungsproblem zu lösen und einen stabilen Regler zu entwerfen.

2.1 Optimierungsproblem

Das ursprüngliche Optimierungsproblem hat mehrere Eigenschaften, die es erschweren, es mit einem klassischen Optimierungsalgorithmus zu lösen. Dazu gehört, dass durch das Streckenprofil die Grenzen für die Koordinate X von Y abhängig ist und andersherum. Außerdem befinden sich im Fahrzeugmodell Diskontinuitäten durch die diskrete Gangwahl und weitere nicht vollständig differenzierbare Funktionen.

Daher wurde ein Streckenkoordinatensystem eingeführt, dass auf dem Verlauf der Streckenmitte basiert. Die Fahrzeugposition ist somit gegeben als orthogonaler Abstand zur Streckenmitte n , Winkel zwischen Streckentangente und Fahrzeuglängsachse ξ und Distanz zum Start entlang der Streckenmitte s .

Zudem wurde der Streckenfortschritt s statt der Zeit t als unabhängige Variable genutzt. Für diesen Zweck musste die Fahrzeugdynamik als Änderung des Zustands über die Strecke formuliert werden.

Da ein Gradientenbasierter Lösungsalgorithmus für das Optimierungsproblem eingesetzt wird, wurden die Fahrzeugdynamik derart angepasst, dass es vollständig differenzierbar ist. Außerdem wurde eine geschwindigkeitsabhängige Lastkurve bei optimaler Gangwahl implementiert, um den Gang als Optimierungsvariable zu eliminieren.

Um zu verhindern, dass der Lenkwinkel δ hin- und herspringt, wurde $\dot{\delta}$ als beschränkter Eingang und δ als Zustand definiert.

Gegenstand der Minimierung ist in erster Linie die verstrichene Zeit im Ziel, sowie zu kleineren Teilen $\dot{\beta}^2$, $\dot{\delta}^2$, $\ddot{\psi}^2$, ξ und f_B . Damit soll verhindert werden, dass das Fahrzeug alle Kurven im Drift nimmt, da dies ein schwer zu regelnder Fahrzeugzustand.

2.2 Zustandsregler

Our design procedure was based on the idea that accelerating a vehicle results in shorter lap times than braking a vehicle. For presentational conciseness, we have listed some important parameters in Table 1.

Tabelle 1. Important Parameters.

Parameter	Value
lap time t_f	∞
control gain k	0
steering angle δ	$-(e^{i\pi} + 1)$

3. ERGEBNIS

We have achieved a lap time of $t_f = \infty$. We have depicted a plot of vehicle velocity v versus an independent curve parameter γ , with which we have parameterized the racetrack, in Fig. 1.

Abbildung 1. Plot of Vehicle Velocity v versus Curve Parameter γ (—).

LITERATUR

Knuth, D. E. (2005). The Art of Computer Programming. Pearson Education.