

Ansprechpartner:



Manuel Hess

IRS, Raum 002

Tel.: 0721/608-45474

manuel.hess@kit.edu

Beginn: ab sofort möglich

Dauer: 6 Monate

☐ experimentell ☐ anwendungsorientiert ☒ theorieorientiert

Ihre Interessen:

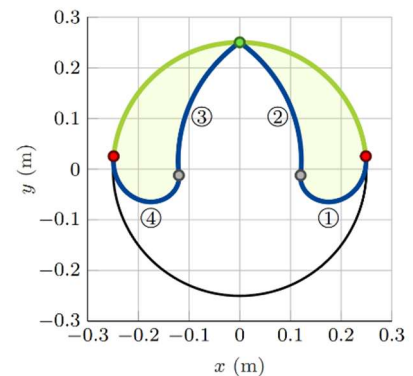
☒ Optimal Control ☒ Algorithmen
☒ Verständnis für dynamische Systeme ☒ Simulation

Masterarbeit

Verallgemeinerte und automatisierte Lösung von Captivity-Escape Games

Motivation:

Eine am IRS entwickelte Methode ermöglicht die Berechnung eines sogenannten *Tracking Error Bounds* (TEB), welcher den Bereich des absicherbaren Regelfehlers eines Systems beschreibt: <https://arxiv.org/pdf/2506.01399>. Die Bestimmung des TEBs erfolgt unter Verwendung eines spieltheoretischen Ansatzes, insbesondere eines *Captivity-Escape Games*: Ein Spieler, der Störungen repräsentiert, versucht das System aus einem vorab definierten Bereich herauszudrängen, während der andere Spieler den Systemeingang ansteuert und das Ziel verfolgt, das System innerhalb dieses Bereichs zu halten. Die Lösung dieses Spiels liefert das optimale Regelgesetz, das als sogenannter *Safety Regler* eingesetzt werden kann. Dieser Safety Regler gewährleistet, dass das System bei Verwendung eines beliebigen nominalen Reglers jederzeit innerhalb des TEBs bleibt.



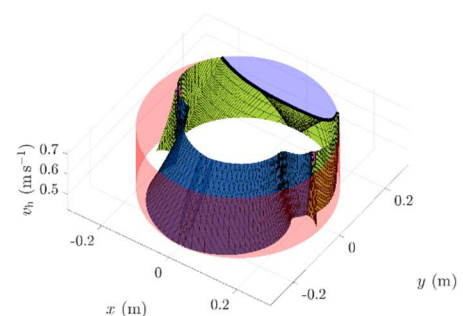
Konstruktion des TEBs über mehrere Flächen, die die Optimalitätsbedingungen erfüllen

Problem:

Die Konstruktion des TEBs erfolgt bisher händisch, was die Erweiterung auf komplexere und hochdimensionale Systeme erschwert und zeitaufwendig macht. Ob ein TEB überhaupt konstruiert werden kann, hängt davon ab, ob die verwendete Lösungsmethode eine geschlossene Menge erzeugt. Derzeit kann dies nur manuell überprüft werden, da es keine formalen Bedingungen für die Lösbarkeit gibt.

Aufgabe:

Die Aufgabe umfasst die Entwicklung (Matlab) eines Algorithmus zur Lösung von Captivity-Escape Games. Dabei soll sichergestellt werden, dass ein TEB konstruiert wird, indem nachgewiesen wird, dass kein Segment existiert, das ein „Entkommen“ des Systems erlaubt. Aus der Lösung des Spiels soll ein entsprechendes Regelgesetz abgeleitet werden. Zusätzlich ist eine Dokumentation des Algorithmus sowie der Herleitung der einzelnen Schritte zu erstellen. Dabei erfolgt der Nachweis der Konstruierbarkeit unter Einbeziehung relevanter Bedingungen aus der Literatur. Abschließend wird eine Analyse der Performance durchgeführt, insbesondere hinsichtlich Effizienz und Skalierbarkeit auf hochdimensionale Systeme.



Visualisierung eines händisch konstruierten TEBs für ein Spiel mit 3 Zuständen