

Student	Claudio Stucki
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Themengebiet	Sensor, Actuator and Communication Systems

Kinematik-Simulation

Schätzen von unbekanntem Systemzuständen mittels Kinematik-Simulation



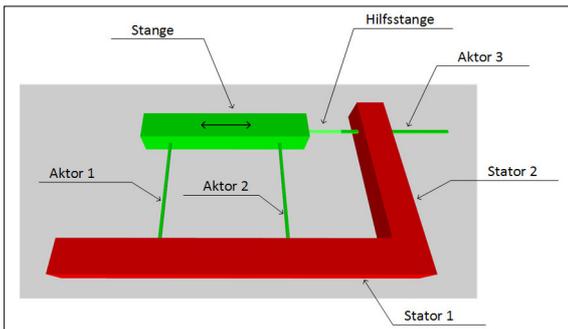
Ausgangslage des CAD-Modells

Ziel der Arbeit: Der Flugsimulator des Institut für Kommunikationssysteme (ICOM) bestimmt zu jedem Zeitpunkt den optimalen Zustand für den nächsten Zeitschritt. Dafür wird ein Optimierungsproblem gelöst, das auf der aktuellen Pose und einer variablen Anzahl hardware-abhängiger Nebenbedingungen beruht. Zur Zeit können noch nicht alle notwendigen Systemzustände dafür ermittelt werden. Aus diesem Grund kann mit dem aktuellen Verfahren kein optimaler Trade-Off zwischen Präzision und Dynamik erzielt werden. Diese Ausgangslage führt zum Ansatz einer Echtzeit-Kinematik-Simulation.

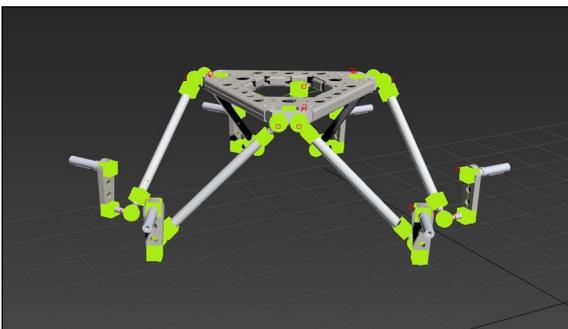
In dieser Projektarbeit soll eine Kinematik-Simulation entwickelt werden, mit der die unbekanntem Systemzustände geschätzt werden können. Dafür gilt es, eine geeignete Physik-Engine zu evaluieren und einzusetzen. Neben dem Aufbau einer Kinematik-Simulation ist auch die Kompatibilität mit CAD-Modellen von zentralem Interesse. Mit Hilfe von kleinen Testsimulationen soll das Prinzip „Schätzen von unbekanntem Systemgrößen“ gezeigt werden.

Vorgehen: Zu Beginn der Arbeit wurde nach einer geeigneten Physik-Engine Ausschau gehalten. Mit dem Framework PhysX von Nvidia konnte eine umfangreiche und gut dokumentierte Physik-Engine gefunden werden. Die Funktionsweise dieses Frameworks wurde anhand einfacher Testsimulationen kennengelernt. Zudem konnten die Simulationsergebnisse des Frameworks mit einem Referenzsystem abgeglichen werden. Um Simulationen komplexerer Aufbauten durchzuführen, wurde mit Hilfe einer zusätzlichen Animationssoftware ein Verfahren gefunden, wodurch gewöhnliche CAD-Modelle für eine Kinematik-Simulation vorbereitet werden können. Damit das Prinzip „Schätzen von unbekanntem Systemgrößen“ verifiziert werden kann, wurde der Aufbau des Rotationspendels eingesetzt.

Ergebnis: Mit den Testsimulationen konnte das Prinzip einer Kinematik-Simulation verstanden werden. Die Simulationsergebnisse des gestörten Pendels konnten mit einer Matlab-Simulation verglichen und verifiziert werden. Der zweite Testaufbau wurde erfolgreich verwendet, um das korrekte Verhalten der Kinematik-Simulationen bei mehreren verbundenen Aktoren zu testen. Das Rotationspendel wurde für das Schätzen von unbekanntem Systemgrößen eingesetzt. Leider konnten diese aus verschiedenen Gründen nicht für eine optimierte Regelung eingesetzt werden. Einen Regler mit Hilfe einer Kinematik-Simulation zu verbessern, kann durchaus erfolgreich sein. Beim Rotationspendel verhinderten verschiedene Einflussfaktoren einen erfolgreichen Test dieses Prinzips. Durch die Beseitigung dieser Faktoren, deren Ursprung nicht bei der Kinematik-Simulation liegt, können geschätzte Systemzustände zu einer Optimierung des Reglers beitragen. Die Umsetzung dieses Prinzips bei der Regelung des Flugsimulators scheint machbar, benötigt jedoch noch weitere Entwicklungsschritte.



Ein einfacher Testaufbau mit statischen und dynamischen Bauelementen dient dem Kennenlernen der Kinematik-Simulation.



Das vereinfachte CAD-Modell, dessen Einzelteile mit Gelenken verbunden sind.