



Diplomand
Dozent
Projektpartner
Experte
Themengebiet

Manuel Omlin
Dr. Adrian Koller
Institut IME, CC Mechanische Systeme
Dipl. Ing. ETH Paul Joachim Schüngel
Produktentwicklung & Mechatronik

Simulationsmodell für einen Feldroboter

Ausgangslage

Das Unkraut auf landwirtschaftlichen Feldern verringert den Ertrag des Produktes sowie dessen Qualität. Die Vernichtung des Unkrautes durch Pestizide, welche bei der Unkrautbekämpfung häufig zum Einsatz kommen, ist schädlich für Mensch und Umwelt. Das alternative Verfahren des Ausgrabens mit den Wurzeln hingegen ist bei hoher Unkrautdichte unpraktisch und kann bei ausgelösten Samen zusätzlich zu noch mehr Unkraut führen. Durch einen autonom mähenden Feldroboter kann genau diese Problematik umgangen werden. Mit dem Projekt «ARA-WEX - A Rather Advanced Weed Exterminator», einer Initiative der Hochschule Luzern, soll ein intelligenter, autonomer Feldroboter für Felder mit steilen und zerklüften Weiden entwickelt werden. Das Konzept der Unkrautbekämpfung besteht darin, es gezielt aushungern zu lassen, in dem es in regelmässigen Abschnitten mechanisch entfernt wird. Für den Roboter soll ein Simulationsmodell erstellt werden, in dem unter anderem nichtlineare Verhalten wie die Traktion simuliert werden können. Als Basis-Modell für die Simulation wird der Aufsitzmäher «AS 940 Sherpa 4WD RC» der Firma AS Motors gefordert (Abb. 1).

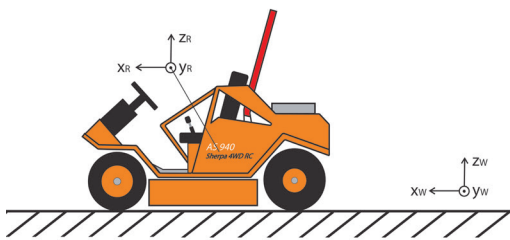


Abb. 1: Aufsitzmäher «AS 940 Sherpa 4WD RC» der Firma AS Motor diente als Basis-Modell der Simulation

Vorgehen

Die Simulation wurde mit der Software Python 3.8.2 entwickelt. In einem ersten Schritt wurde die Struktur der Simulation erstellt. Sie besteht aus einem Hauptprogramm und einem Unterprogramm. Das Hauptprogramm beinhaltet die Benutzereingaben sowie die Funktionen für die verschiedenen Plots und ruft das Unterprogramm auf, in welchem die mathematischen Gleichungen des Modells hinterlegt sind. Um die mathematischen Gleichungen herzuleiten, wurden Theorien verschiedener Literaturen miteinander verglichen und verknüpft.

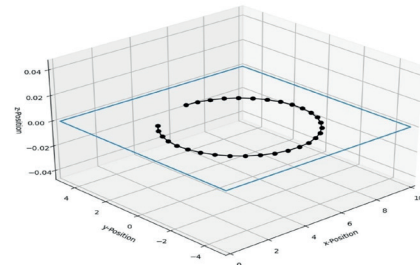


Abb. 2: Darstellung der Kurvenfahrt in der Ebene

Ergebnis

Das entwickelte Simulationsmodell ist durch die Inputs «Leistung» und «Lenkwinkel» sowohl fahr- als auch steuerbar (Abb. 2 und Abb. 3).

Weiter können anhand von den äusseren Kräften, welche auf den Roboter wirken, die maximalen Antriebskräfte bestimmt werden, welche eine rutschfreie und somit eine kontrollierte Fortbewegung ermöglichen. Die genaue Betrachtung der Traktion im Hinblick auf das Rutschverhalten bedarf einer aufwändigen FEM-Analyse, um präzise Aussagen treffen zu können. Das erstellte Simulationsmodell bildet somit ein erster Grundstein, auf welchem weiter aufgebaut werden kann.

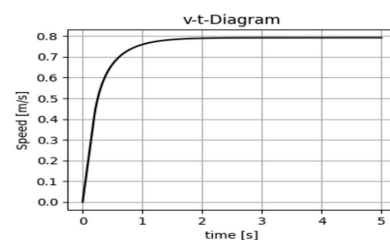
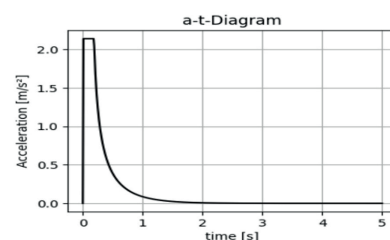


Abb. 3: Beschleunigungs- respektive Geschwindigkeitsverlauf durch einen sprungförmigen Leistungsinput (ohne Traktionsverlust)