

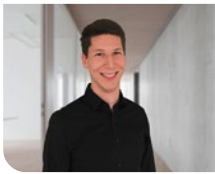
# Mehrdimensionaler Profilgenerator

## Synchrone Bewegung aller Achsen, um ein zeiteffizientes Profil zu erstellen

### Diplomanden



Luke Elser



Pascal Scherrer

**Einleitung:** Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, einen mehrdimensionalen Profilgenerator zu entwerfen und mit Hilfe von Matlab zu realisieren. Der Profilgenerator steuert drei Achsen an; mit diesen können dann Bewegungen im dreidimensionalen Raum ausgeführt werden. Dabei darf das Profil nie die vorgegebenen Limiten von Ruck, Beschleunigung, Geschwindigkeit und Position (Jerk, Acceleration, Velocity, Position) missachten.

**Vorgehen:** Um einen mehrdimensionalen Profilgenerator zu entwickeln, gibt es verschiedene Methoden. Diese Arbeit beschäftigt sich mit zwei Lösungsansätzen. Zuerst wurde eine «time optimal»-Lösung für eine Achse entwickelt. Dieser Lösungsansatz wird verwendet, um eine vorgegebene Position so schnell wie möglich zu erreichen. Wenn man diese Lösung schlussendlich auf drei Achsen anwendet, wird es immer mindestens eine Achse geben, die sich am längsten bewegt, und die restlichen Achsen müssen warten bzw. stillstehen. Für einen funktionierenden und mehrdimensionalen Roboter ist es attraktiver, wenn alle Achsen gleichzeitig an der Endposition ankommen. Dies bedeutet, dass sie zum selben Zeitpunkt starten und die Zielposition auch wieder gleichzeitig erreichen.

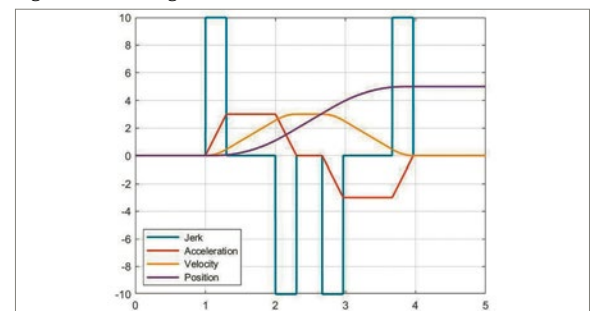
Aus diesem Grund wurde die «time optimal»-Lösung mit der «time fixed»-Lösung erweitert. Diese passt die Bewegungsprofile der Achsen an, damit alle in derselben Zeit an der Endposition ankommen. Dies funktioniert, indem der Algorithmus den Ruck der Achsen anpassen kann. Der Ruck beeinflusst die Beschleunigung, die Geschwindigkeit und somit auch die Zeit, in der die Endposition erreicht wird. Mit Hilfe dieser Lösung kann die Bedingung, dass alle drei Achsen gleichzeitig an der vorgegebenen Position ankommen, erfüllt werden. Dank dieser Grundlage kann nun jeder Punkt im Raum angefahren werden.

**Ergebnis:** Der entwickelte Algorithmus berechnet zuerst mit Hilfe des «time optimal»-Profils, die Zeiten der drei Achsen. Die Achse, welche am meisten Zeit erfordert, ergibt die vorgegebene Zeit für alle weiteren Achsen. Nachdem die Zeit berechnet worden ist, wird mit Hilfe der «time fixed»-Lösung das Profil für jede Achse berechnet.

Schliesslich können die generierten Profile für jede Achse verbunden und eine Fahrt über mehrere Punkte im Raum erstellt werden. Der Benutzer kann die Punkte mit verschiedenen Funktionen setzen und somit zum Beispiel einen Mäander abfahren.

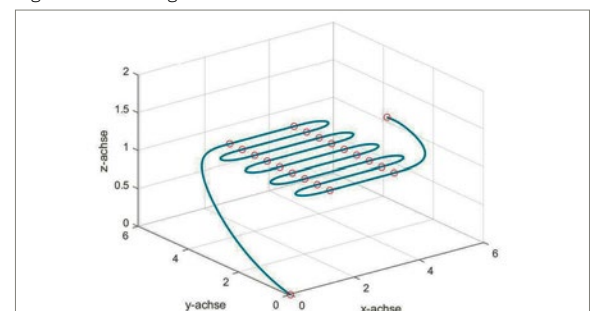
### Profil einer Achse, bei dem das Limit von Jerk, Acceleration und Velocity erreicht werden

Eigene Darstellung



### Simulation eines Mäanders im dreidimensionalen Raum

Eigene Darstellung



### Pipettierroboter der Firma Hamilton

#### Beispiel für einen Drei-Achsen-Linearroboter

<https://www.hamiltoncompany.com/automated-liquid-handling>



### Examinator

Prof. Dr.  
Markus Kottmann

### Experte

Dr. Markus A. Müller,  
Frei Patentanwalts-  
büro AG, Zürich

Themengebiet  
Regelungstechnik /  
Control Theory

### Projektpartner

Hamilton Bonaduz AG,  
Rapperswil, SG