

1. Praktikum

Roboterprogrammierung

Das erste Praktikum steht im Zeichen der Roboterprogrammierung nach Industriestandard. Dabei kommen exemplarisch *ABB-Robotstudio* und die Programmierungsumgebung von *Universal Robots* zum Einsatz.

1.1 Einführung in die moderne Roboterprogrammierung mittels ABB-RobotStudio

RobotStudio ist eine repräsentative Software von einem großen Roboterhersteller (ABB). Sie wird für die (geometrische) Modellierung, Offline-Programmierung und Simulation von Roboterzellen eingesetzt. Das folgende Beispiel wird anhand des Videos in Moodle durchgeführt.

1.1.1 Installation und Lizenzierung

- **Installation:** Laden Sie die neueste ABB-Robotstudio Version von der Herstellerseite auf ihren Computer.
- **Lizenzierung:** Starten Sie RS und stellen Sie bei Reiter *Datei* → *Optionen/Lizenzierung* eine Netzwerklizenz ein. Die Adresse lautet 140.78.211.4 (Netzwerkserver am Institut)
- **RobotWare:** Für die geplante Roboterapplikation brauchen wir eine bestimmte Steuerungsfirmware (standardmäßig nicht installiert.) Reiter Add-Ins → *RobotWare für IRC5* hinzufügen.

1.1.2 Navigation in der Station

- **Zoom:** Mausrad
- **Translatorische Bewegung des Sichtfeldes:** *Ctrl+Linke Maustaste*
- **Rotation des Blickwinkels:** *Ctrl+Shift+Linke Maustaste*

1.1.3 Erstellen einer Roboterstation

- **Projektmappe** mit leerer Station **erstellen** (Aufgabe1)
- **Roboter hinzufügen:** Reiter Home → ABB-Bibliothek → IRB140 (gut geeignet um UP und DOWN Konfiguration zu zeigen)
- **Tool hinzufügen:** Reiter Home → Bibliothek importieren → Ausrüstung → Trainings Objekte → myTool
- **Tool auf Roboter positionieren:** Linke Leiste → Reiter Layout → myTool mittels Drag & Drop auf IRB140 ziehen.
- **Virtuelle Steuerung starten:** Neben Roboterkinematik wird auch eine Steuerung benötigt und simuliert. Virtuelle Steuerung verwendet selbe Software wie reale Steuerung zur Ausführung des RAPID-Programms (ABB Programmiersprache), um Roboterbewegungen zu berechnen und E/A-Signale zu handhaben.
Reiter Home → Virtuelle Steuerung → aus Layout.
(Ev. muss unter Reiter Add-Ins /Robotware für IRC5 (Robotware Version 6.12)) installiert werden (schon im vorigen Pkt. erledigt).
Der Hochlauf dauert ein paar Sek. (Steuerungsstatus rechts unten).

Bedienung über Handterminal: Für den Start des Terminals gibt es 3 Möglichkeiten:

1. Reiter Steuerung → Steuerungstools → IRC5 FlexPendant
2. Strg-F5
3. linkes Bedienfeld → rechte Maustaste auf Steuerung1 → IRC5 FlexPendant

Auf **Handbetrieb** umschalten (Linke Leiste → Bedienfeld → Schalter mit Schlüssel in die Mittelstellung bringen).

Beim **FlexPendant** links oben das Menü ausklappen und das **Jogging** auswählen.

„Enable“ drücken und mit dem Joystick die Achsen des simulierten Roboters verfahren. (Pfeile beim Joystick länger gedrückt halten)

Modus (Achse 1-3, Achse 4-6, Linear TCP, Rotation TCP) können per Klick auf „Motion Mode:“ verändert werden.

In linear TCP Modus schalten und mit einer Geschwindigkeitsvorgabe in x-Richtung den Roboter aus dem Arbeitsbereich bringen.

Fehler Bestätigen und Roboter in Automatischen Modus stellen (rechte Leiste → Bedienfeld → Schalter mit Schlüssel in die linke Stellung bringen).

- **Hinzufügen** eines **Werkstückes:** Home → Bibliothek importieren → Ausrüstung → Kategorie Training Objects → propeller table.

1.1.4 Bewegung des Roboters per Simulationsumgebung

- Bewegung hier viel intuitiver und einfacher. *ACHTUNG:* Ohne Steuerung gibt es dennoch keine TCP Manipulation (nur Gelenkmanipulation).
- **Freihandbewegung:** Reiter Home → Kategorie Freihand → Achsweise bewegen (linear bewegen, umorientieren).

- **Definierte Bewegung:** Linke Leiste → Roboter markieren (IRB140) → Reiter Ändern[Mechaniktools] → Kategorie Bewegung (z.B. Mechanik linear bewegen; Zur Position bewegen).

1.1.5 Bahnplanung - Verschraubung

1.1.5.1 Definition von Arbeitspunkten

- **Definition des Werkobjektes** durch ein Koordinatensystem: Reiter Home → Kategorie Pfade programmieren → Weitere → Werkobjekt erstellen.
Benennen (Feld Name) des Werkobjekts mit **table**.



In Kategorie *Koordinatensystem* Dropdown Liste öffnen. „Drei-Punkte“ auswählen und in das erste Zahlenfeld klicken. Ursprung in einer Ecke auswählen. Definiertes Auswählen über Werkzeuge im Ansicht Fenster, z.B.

- Auswahl von Fläche und Kante fangen
- Endpunkt fangen

Anschließend zwei Punkte auf der Kante, welche der x-Achse entspricht auswählen und einen Punkt auf der y-Achse. Erstellen.

- **Aktives Tool:** Unter Werkzeugdaten → MyTool als aktiv definieren.
- **Definition von Zielposen (Targets):** Reiter Home → Position → Position erstellen. Referenz Workobject auswählen. Erste Position auswählen. Auswahl Werkzeug im Ansicht Fenster Fläche und Zentrum fangen auswählen und an den Zentren der vier Schrauben eine Referenz (Koordinatensystem) klicken. Erstellen.
- Betrachten der resultierenden Targets in der linken Leiste im Reiter Pfade & Positionen. Alle Targets markieren, rechte Maustaste → **Werkzeug an Position anzeigen** → MyTool. Die Werkzeuge sollten nun unter dem Tisch erscheinen.
- **Korrektur der Orientierung.** Markieren aller Targets → rechte Maustaste → Position ändern → Drehen (jaja, die Notation ist seltsam). Rotation um y-Achse mit 180° .
- Optional: Falls einer der Punkte falsch definiert wurde: Rechtsklick auf zugehöriges Target (linke Leiste) → Position ändern → Position festlegen. Koordinaten relativ (lokales Koordinatensystem) oder absolut (Weltkoordinatensystem) eingeben bzw. mittels Auswahlwerkzeuge (im Ansicht Fenster) auswählen.

1.1.5.2 Planen der Punkt zu Punkt Bahn

- **Neuen Pfad erstellen:** Reiter Home → Kategorie Pfade programmieren → Pfad → Leerer Pfad.
- **Targets zum Pfad hinzufügen:** Drag und Drop der Targets in den Pfad (linke Leiste). Korrektur der Reihenfolge (durch einfaches Verschieben), so dass der Roboter die Bahn fahren kann.

- **Einstellen der Startkonfiguration** (Mehrfachlösungen): Rechtsklick auf Path_10 (linke Leiste) → Autokonfiguration. → Alle Bewegungsinstruktionen.
Falls die Ziele fälschlicherweise für den Roboterendpunkt statt für den TCP vorgegeben wurden kann eine Korrektur im Bewegungsbefehl erfolgen.
- **Einstellen des Bewegungsbefehls** dazwischen. Linke Leiste → Path_10 → MoveL Target_xx → rechte Maustaste → Instruktion bearbeiten. Erklären der Bewegungstypen (linear entspricht gerader Verbindung in Weltkoordinaten, joint dem selben in Gelenkskoordinaten). Speed der max. TCP Geschwindigkeit in mm/s, Zone einem Würfel in welcher die Zielvorgabe verschliffen werden darf, um eine stetige Bahn ohne Bremsen zu erhalten (in mm, bei „fine“ wird der Roboter die Position exakt anfahren → bei einem Knick wird stehen geblieben).

Konfiguration des Roboters ansehen - und verschiedene Konfigurationen testen.

1.1.6 Übersetzen auf Steuerung

- **Programmablauf festlegen:** Neuen Pfad erstellen und als main umbenennen. Per drag and drop den Path_10 in die main ziehen.
- **Code für die Steuerung generieren** (Synchronisieren): Reiter RAPID → Synchronisieren. In linker Leiste unten RAPID ausklappen bis main zu finden ist. Doppelklick auf main. Enthält jetzt generierten RAPID Code mit definierten Prozeduren, Bahnen und Konstanten (Targets: [[position], [orientierung], [Quadrant der Achse 1, 2, 4 (Indizierung startet bei 0) sowie eines roboterabhängigen zusätzlichen Flags: Unterscheidung von Mehrfachlösungen], [Position eventueller externer Achsen]]). Dieser Code läuft jetzt auf der simulierten Steuerung.
- Reiter **Simulation** → **Start**.
- Optional: **Spur anzeigen:** Reiter Simulation → Überwachen von → TCP-Spur aktivieren. Gute Grundlage um Verschleifen zu diskutieren. Falls Bewegungsbefehle auf „fine“ umgestellt werden, anschließend das erneute Synchronisieren nicht vergessen.
- Optional: Steuergerät öffnen (Reiter Steuerung → **FlexPendant**) und dem **Programm** beim **Ablaufen zusehen, editieren** etc.
- **Punkt einfügen:** Reiter Steuerung → RAPID → T-ROB1 → Module1 → main doppelklicken. Im Programm einen zusätzlichen Punkt definieren und über MoveL anfahren.

Aufgabe 1.1 Führen Sie obige Anweisungen auf Ihrem Computer durch. Sie müssen in der Lage sein, ähnliche Aufgabenstellungen selbstständig (ohne Videoanleitung) zu lösen.