



ITBO
**Roboter-Arm changing the
production process to build
the OST-Gadgets**

8.0910.002.13.12.4022. März 2024

Raphael Bernhardsgrütter

IPM

Änderungsnachweis

Autor: [Vorname Name]
Erstellt am: 19. Oktober 2024

Version **Änderungsgrund**
0 Grundversion

Kurz-Z. **Datum**
[XX] 22.03.24

Inhaltsverzeichnis

1.	Voraussetzungen für die Lerneinheit.....	1
1.1	Rahmenbedingungen.....	1
1.2	Umfang.....	1
1.3	Voraussetzungen.....	1
1.4	Benötigte Vorarbeiten.....	1
1.5	Benötigte Ressourcen.....	1
1.6	Anforderungen an Verfügbarkeit von Analgen und Support.....	1
1.7	Lernziele.....	1
1.8	Taxonomie-Level.....	1
2.	Detaillierte Beschreibung von Inhalt und Ablauf.....	1
2.1	Lernmaterialien des Moduls.....	1
2.2	Übungsmaterialien.....	2
2.3	Prüfungsmaterialien.....	2
3.	Beschreibung der Lerneinheit.....	2
3.1	Situation.....	2
3.2	Voraussetzungen das Verständnis der Lerneinheit.....	2
3.3	Verweise auf andere Lehr- und Lerneinheiten.....	2
4.	Vorarbeiten/Ressourcen.....	2
4.1	Mitsubishi Roboter.....	2
4.2	TCP und Frames.....	2
5.	Durchführung der Lerneinheit.....	3
5.1	Ziel.....	3
5.2	Ablauf.....	3
5.2.1	Lektion 1:.....	3
5.2.2	Lektion 2-3:.....	3
5.2.3	Lektion 4:.....	3
5.3	Lektion 1.....	3
5.4	Lektion 2-3.....	4
5.4.1	Lektion 2: Simulation des Ablaufs in CIROS Studio.....	4
5.4.2	Feinabstimmung und Optimierung der Simulation.....	5
5.4.3	Lektion 3: Programmierung des realen Zusammenbaus des Ladegerätes.....	6

1. Voraussetzungen für die Lerneinheit

1.1 Rahmenbedingungen

- Semester: 3. oder 4. Semester

1.2 Umfang

- 4 Lektionen zu je 45 Minuten
- 8 Stunden Selbststudium zur Vorbereitung
- Präsentation und Demonstration
- Sprache der Materialien: Deutsch oder Englisch

1.3 Voraussetzungen

- Grundlagen der Mathematik

1.4 Benötigte Vorarbeiten

- Selbststudium

1.5 Benötigte Ressourcen

- Unterlagen Selbststudium

1.6 Anforderungen an Verfügbarkeit von Anlagen und Support

- Hybride Lernfabrik Buchs: Robotermontagezelle

1.7 Lernziele

Die Studierenden kennen die Grundlagen der Robotik (Frames, Koordinatentransformation mittels homogener Transformationsmatrizen, Kinematik).

Die Studierenden kennen den 6-Achs Mitsubishi Roboter.

Die Studierenden können mit CIROS einen Montageprozess simulieren und real programmieren.

1.8 Taxonomie-Level

K2: Verstehen Die Lernenden erklären z.B. einen Begriff, eine Formel, einen Sachverhalt oder ein Gerät. Ihr Verständnis zeigt sich darin, dass sie das Gelernte auch in einem Kontext präsent haben, der sich vom Kontext unterscheidet, in dem gelernt worden ist. So können die Lernenden z.B. einen Sachverhalt auch umgangssprachlich erläutern oder den Zusammenhang graphisch darstellen.

K3: Anwenden: Die Lernenden wenden etwas Gelerntes in einer neuen Situation an. Diese Anwendungssituation ist bisher nicht vorgekommen.

2. Detaillierte Beschreibung von Inhalt und Ablauf

2.1 Lernmaterialien des Moduls

- PP Roboter-Arm changing the production process to build the OST-Gadgets

2.2 Übungsmaterialien

- Siehe Selbststudium.

2.3 Prüfungsmaterialien

3. Beschreibung der Lerneinheit

3.1 Situation

Am Standort Buchs wird das OST-Gadget montiert. Während dem Montageprozess wird die Elektronik eingelegt und dann mit einem Rückdeckel verschlossen. Es soll nun der Mitsubishi Roboter eingesetzt werden, um diesen Prozess zu automatisieren.

Rahmenbedingungen

- Vertiefungsrichtung: Systemtechnik
- Semester: 3. oder 4. Semester
- Anzahl Lektionen: 4
- Selbststudium Grundlagen CIROS
- Kontaktunterricht

3.2 Voraussetzungen des Verständnis der Lerneinheit

- Erarbeiten des Selbststudiumsteil: Aufwand 8 h
- Grundlagen CIROS aus dem 3 ten Semester
- Besuch der Grundlagen Module Sys-A HLF

3.3 Verweise auf andere Lehr- und Lerneinheiten

-

4. Vorarbeiten/Ressourcen

4.1 Mitsubishi Roboter

- HLF-Unterlagen CIROS
- Melfa Basic V. Handbook [EN]
- Mitsubishi RV-4FRL Installationsbeschreibung
- Zusatzmaterial
 - Teaching Box
 - CP Factory Roboter montage

4.2 TCP und Frames

- Mathematische Grundlagen der Robotik
- HLF Roboter Koordinatensysteme

5. Durchführung der Lerneinheit

5.1 Ziel

Die Studierenden können den Mitsubishi RV-4FRL so programmieren, dass das ITBO Gadget automatisch montiert werden kann.

5.2 Ablauf

Für die Lerneinheit stehen 4 Lektionen, a 45 Minuten zur Verfügung. Wobei folgender Ablauf geplant ist:

5.2.1 Lektion 1:

Ziel: Die Studierenden präsentieren sich gegenseitig ihr im Selbststudium erlerntes Wissen und beginnen mit der Arbeit am Roboter.

5.2.2 Lektion 2-3:

Ziel: Die Studierenden lernen, den vollständigen Prozess des Zusammenbaus eines Ladegeräts zu programmieren und in einer Simulation durchzuführen.

5.2.3 Lektion 4:

Ziel: Die Studierenden setzen ihr Programm auf dem realen Mitsubishi_RV_4FRL Roboter um und führen den Zusammenbau eines Ladegeräts durch.

5.3 Lektion 1

- Begrüssung und Vorstellen des Ablaufs (5 min)
- Präsentationen, Besprechung und Fragerunde (pro Gruppe 5-10 min)
- **Einführung in den Mitsubishi_RV_4FRL:** Aufbau, Hauptkomponenten (einschließlich Greifer 1 und Vakuumgreifer 2), Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten.
- **Sicherheitsvorkehrungen:** Sicherheitsrichtlinien für den Umgang mit dem Roboter und innerhalb der Roboterzelle.
- **Grundlagen der Programmierung:** Einführung in die Robotersteuerung, einschließlich der Software Codesys. Erklärung der Bedeutung von Punkt-zu-Punkt-Bewegungen und deren Programmierung.
- **Praktische Übung:** Mit Hilfe von Codesys eine einfache Punkt-zu-Punkt-Bewegung in einer simulierten Umgebung programmieren und ausführen.

5.4 Lektion 2-3

5.4.1 Lektion 2: Simulation des Ablaufs in CIROS Studio

Ziel: Die Studierenden sollen lernen, wie sie den beschriebenen Ablauf mit einem Mitsubishi_RV_4FRL Roboter in CIROS Studio simulieren. Als Einstieg soll sich der Roboter in CIROS von einem Punkt zum andern bewegen.

Vorbereitung:

Stellen Sie sicher, dass CIROS Studio installiert und betriebsbereit ist.

Machen Sie sich mit der Benutzeroberfläche von CIROS vertraut, insbesondere mit der Objektbibliothek, dem Arbeitsraum und den Programmierwerkzeugen.

5.4.1.1 Schritte für die Simulation:

Voraussetzungen:

Grundlegendes Verständnis der CIROS-Oberfläche.

Zugang zu CIROS mit einem konfigurierten Mitsubishi-Robotermodell.

5.4.1.2 Schritte:

1. **Erstellen eines neuen Projekts:**
 - Starte CIROS und wähle File > New > Project Wizard....
 - Gib dem Projekt einen Namen und folge den Anweisungen des Wizards, um deinen Robotertyp auszuwählen.
2. **Definieren der Punkte A und B:**
 - Im Hauptfenster von CIROS, navigiere zum Position List-Bereich.
 - Erstelle zwei neue Positionen: P1 für Punkt A und P2 für Punkt B.
 - Benutze das Virtual Robot Window, um die genauen Koordinaten für P1 und P2 zu bestimmen und einzustellen.
3. **Programmierung der Bewegung:**
 - Öffne den Program Editor-Bereich.
 - Beginne dein Programm mit einem Kommentar, der den Zweck beschreibt, z.B.: // Bewegung von P1 nach P2.
 - Verwende den Befehl MOV P1, um den Roboterarm zu Punkt A (P1) zu bewegen.
 - Füge eine Verzögerung hinzu, um den Roboter an Punkt A zu halten, z.B. DLY 1.0 für eine Sekunde.
 - Verwende den Befehl MOV P2, um den Roboterarm zu Punkt B (P2) zu bewegen.
4. **Simulation der Bewegung:**
 - Stelle sicher, dass keine Fehler im Programm vorliegen.
 - Verwende die Simulationsfunktionen von CIROS, um deine programmierte Bewegung von Punkt A nach Punkt B zu testen.
 - Beobachte die Bewegungen des virtuellen Roboterarms, um sicherzustellen, dass alles wie erwartet funktioniert.
5. **Anpassungen und Optimierung:**
 - Falls notwendig, kehre zum Position List-Bereich zurück und passe die Koordinaten von P1 oder P2 an, um die Bewegung zu optimieren.
 - Teste die Bewegung erneut in der Simulation, um sicherzustellen, dass der Roboterarm die gewünschten Punkte präzise erreicht.
6. **Dokumentation und Reflexion:**
 - Dokumentiere die Schritte, die du unternommen hast, und reflektiere über den Lernprozess.
 - Überlege, wie ähnliche Bewegungsabläufe in zukünftigen Projekten genutzt werden können.

5.4.2 Feinabstimmung und Optimierung der Simulation

Ziel: Die Studierenden optimieren die Simulation hinsichtlich Effizienz und Realitätsnähe.

5.4.2.1 Schritte für die Feinabstimmung:

1. **Überprüfung der Bewegungspfade:**
 - Analysieren Sie die Bewegungspfade des Roboters und der Bauteile, um Kollisionen zu vermeiden und die Bewegungseffizienz zu erhöhen.
2. **Anpassung der Greiferoperationen:**
 - Optimieren Sie die Greiferoperationen für Schnelligkeit und Präzision beim Greifen und Platzieren der Bauteile.
3. **Simulation von Sensoren:**
 - Integrieren Sie virtuelle Sensoren in die Simulation, um die Position des Warenträgers und der Bauteile zu überwachen und die Präzision der Abläufe zu verbessern.
4. **Testläufe und Anpassungen:**
 - Führen Sie mehrere Testläufe der Simulation durch, um die Programmier-effizienz und die Ausführungsgenauigkeit zu überprüfen.
 - Nehmen Sie notwendige Anpassungen vor, um die Simulation so realitätsnah wie möglich zu gestalten.

5.4.2.2 Dokumentation und Präsentation:

- Die Studierenden sollen ihre finale Simulation dokumentieren und die Optimierungen sowie die erzielten Ergebnisse in einer Präsentation von 5 Minuten vorstellen.

5.4.3 Lektion 3: Programmierung des realen Zusammenbaus des Ladegerätes

5.4.3.1 Ziel:

Programmierung des Mitsubishi-RV-4FRL Roboters zur Automatisierung des Zusammenbaus eines Ladegerätes, ohne die Notwendigkeit des Greiferwechsels. Alle Teile liegen bereits in der Box.

5.4.3.2 Aufgabenbeschreibung:

1. Ein leerer Warenträger fährt in die Roboterzelle bis zur Stopposition.
2. Der Vakuumbreifer nimmt die Unterschale aus der Box und platziert sie auf dem Warenträger an der Stopposition.
3. Der Vakuumbreifer nimmt die Elektronik aus der Box und legt sie in die Unterschale.
4. Der Vakuumbreifer nimmt die Oberschale aus der Box und legt diese auf die Unterschale mit der Elektronik.
5. Der Warenträger fährt aus der Roboterzelle zur Presse.

5.4.3.3 Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Programmierung:

5.4.3.3.1 Vorbereitung und Initialisierung:

- Stelle sicher, dass der Roboter korrekt in CIROS konfiguriert ist.
- Definiere die Positionen für Unterschale, Elektronik und Oberschale innerhalb der Box sowie die Positionen auf dem Warenträger in CIROS.

5.4.3.3.2 Programmierung des Ablaufs:

Bewegung zum Bauteil:

- Bewege den Vakuumbreifer zur Position des aktuellen Bauteils in der Box.

```
melfa  
MOV PUnterschale // Bewege zu Unterschale  
// Führe die Greifaktion aus
```

Aufnehmen des Bauteils:

- Aktiviere den Vakuumbreifer, um das Bauteil aufzunehmen.

```
melfa  
VACUUM ON // Aktiviere den Vakuumbreifer  
DLY 0.5 // Kurze Verzögerung zum sicheren Greifen
```

Bewegung zur Ablageposition auf dem Warenträger:

- Bewege das Bauteil zur entsprechenden Ablageposition auf dem Warenträger.

```
melfa  
MOV PWarenträgerUnterschale // Bewege zu Ablageposition der Unterschale  
VACUUM OFF // Deaktiviere den Vakuumbreifer  
DLY 0.5 // Kurze Verzögerung
```

- Wiederhole die obigen Schritte für die Elektronik und die Oberschale, indem du die entsprechenden Positionen und Befehle anpasst.

Ende des Zusammenbaus und Weiterleitung zur Presse:

- Signalisiere das Ende des Zusammenbaus und initiiere den Transport des Warenträgers zur Presse.

```
melfa
// Ende des Programms
SERVO OFF
END
```

5.4.3.4 Simulation und Test:

- Führe eine vollständige Simulation in CIROS durch, um die programmierten Abläufe zu verifizieren.
- Stelle sicher, dass alle Bewegungen korrekt ausgeführt werden und die Bauteile präzise platziert werden.

5.4.3.5 Optimierung:

- Nach der Simulation optimiere das Programm bei Bedarf, um Effizienz und Genauigkeit zu verbessern.

5.4.3.6 Dokumentation und Präsentation:

Die Studierenden sollen ihre finale Simulation dokumentieren und die Optimierungen sowie die erzielten Ergebnisse in einer Präsentation von 5 Minuten vorstellen.

5.4.4 Lektion 4: Test und Verfeinerung des realen Zusammenbaus mit der Teachbox

5.4.4.1 1.1.1 Ziel:

In dieser Lektion führen die Studierenden den realen Zusammenbau eines Ladegerätes mit dem Mitsubishi-RV-4FRL Roboter durch. Der Fokus liegt auf der Verfeinerung des Programms mit der Teachbox, um eine optimale Ausführung des Zusammenbaus zu erreichen.

5.4.4.2 1.1.1.2 Aufgabenbeschreibung:

Die Studierenden werden den in Lektion 3 programmierten Ablauf im realen Umfeld testen. Dabei nutzen sie die Teachbox, um die Programmierung zu verfeinern und die Präzision des Roboters zu erhöhen. Anschließend wird der erfolgreiche Zusammenbau des Ladegerätes den anderen Teilnehmern vorgeführt.

5.4.4.3 Schritte zur Verfeinerung des Ablaufs mit der Teachbox:

- 1. Vorbereitung des realen Tests:**
 - Stelle sicher, dass der Roboter eingeschaltet und bereit für den Einsatz ist.
 - Platziere alle Bauteile (Unterschale, Elektronik, Oberschale) in der Box und positioniere den leeren Warenträger in der Startposition.
- 2. Erster Durchlauf:**
 - Starte den in Lektion 3 programmierten Ablauf über die Teachbox.

- Beobachte den gesamten Prozess genau, um potenzielle Ungenauigkeiten oder Probleme zu identifizieren.
- 3. **Verfeinerung mit der Teachbox:**
 - Verwende die Teachbox, um den Roboter manuell zu den kritischen Punkten (wie z.B. den Positionen der Bauteile in der Box oder der Ablageposition auf dem Warenträger) zu bewegen.
 - Justiere bei Bedarf die Koordinaten der definierten Positionen direkt über die Teachbox, um die Präzision zu erhöhen.
 - Teste die verfeinerten Bewegungen einzeln, um sicherzustellen, dass der Roboter die Bauteile korrekt handhaben kann.
- 4. **Optimierung der Bewegungsabläufe:**
 - Achte auf die Geschwindigkeit und Sanftheit der Bewegungen. Verwende die Teachbox, um Einstellungen wie Geschwindigkeit und Beschleunigung anzupassen, um eine effiziente und sichere Ausführung zu gewährleisten.
 - Wiederhole den Ablauf und führe Feinjustierungen durch, bis der Zusammenbau reibungslos und ohne Fehler erfolgt.
- 5. **Präsentation des erfolgreichen Zusammenbaus:**
 - Nachdem die Verfeinerung abgeschlossen und der Ablauf optimiert wurde, führe den gesamten Zusammenbauprozess vor den anderen Teilnehmern durch.
 - Erkläre die durchgeführten Anpassungen und die Bedeutung der Verfeinerung für die Effizienz und Genauigkeit des Roboters.

5.4.4.4 Abschluss der Lektion:

- Reflektiere gemeinsam mit den Teilnehmern über die Bedeutung der Teachbox in der Robotik und wie sie zur Feinabstimmung und Fehlerbehebung eingesetzt wird.
- Diskutiere mögliche weitere Anwendungen dieser Techniken in verschiedenen Robotikanwendungen und Automatisierungsprozessen.

Impressum

Datum

22. März 2024

Verfasst von

Raphael Bernhardsgrütter

OST – Ostschweizer Fachhochschule
EMS

Werdenbergstrasse 4
9471 Buchs, Switzerland

T +41 58 257 [XX XX]
[vomame.name]@ost.ch
ost.ch