

# Interreg

## Grande Région | Großregion

### Robotix-Academy



Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



## Robotix-Academy Summer School

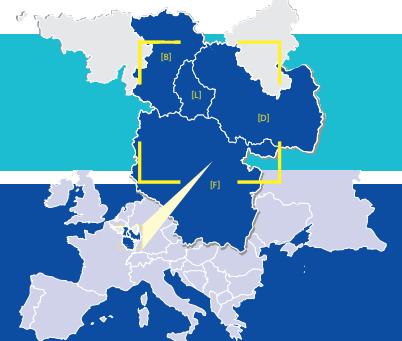
### April 28<sup>th</sup> 2022

### ZeMA, Saarbrücken

Partenaires du projet | Projektpartner:



[www.robotix.academy](http://www.robotix.academy)





---

## Vorwort

Die Robotix-Academy hat die Corona-Pandemie bisher gut gemeistert. Trotz aller Widrigkeiten konnte ein Großteil der geplanten Veranstaltungen in hybrider Form oder als Online-Event durchgeführt werden. Wo immer es möglich war, sind die Projektpartner der Academy deshalb auf Online-Formate ausgewichen, um ihre Forschungsthemen zu platzieren und mit ihren Zielgruppen in Kontakt zu bleiben. Hier bewährte es sich, dass die Projektpartner inzwischen über sechs Jahre erfolgreich zusammenarbeiten und vorhandene Ressourcen besonders effizient nutzen. Die Kooperation mit Verbänden und Unternehmen aus der Region hat sich sehr positiv entwickelt, so dass die Marke „Robotix-Academy“ inzwischen weit über die Großregion bekannt ist und als Referenzprojekt für gute grenzüberschreitende Zusammenarbeit gilt. Die Reichweite der Academy konnte weiter gesteigert werden, nicht zuletzt durch die Projekt eigene Website [www.robotix.academy](http://www.robotix.academy) sowie die Website [www.robot-hub.org](http://www.robot-hub.org). In Bezug auf die Akquise neuer Forschungsprojekte blickt das Projektkonsortium optimistisch nach vorn: Infolge gefestigter und neu entstandener Kooperationen in 2021 ist die Robotix-Academy auch 2022 in der Lage, neue Vorhaben auf den Weg zu bringen und so an bestehende Forschungsthemen sowohl auf Ebene der Großregion als auch auf europäischer Ebene anzuknüpfen. Dabei werden wieder zahlreiche Unternehmen aus der Großregion aktiv eingebunden. Die gemeinsamen Veranstaltungsformate Vorlesung, Roadshow, Summer School und wissenschaftliche Konferenz sind mittlerweile ausgereift und fester Bestandteil des Aktionsplans. Die im Rahmen der Projektverlängerung neu hinzugekommenen Schwerpunkte Gesundheitstechnologie und Logistik wurden adressiert. Ebenso die neue Zielgruppe Schüler, die auf ein technisches Studium in der Großregion vorbereitet werden sollen.

## Préface

La Robotix-Academy a bien géré la crise sanitaire du Covid-19 jusqu'à présent. Malgré toutes les difficultés, une grande partie des événements prévus pourraient être réalisés sous forme hybride ou en ligne. Dans la mesure du possible, les partenaires de l'Academy ont donc opté pour des formats en ligne afin de présenter leurs sujets de recherche et de rester en contact avec leurs groupes cibles. Le fait que les partenaires du projet travaillent ensemble avec succès depuis plus de six ans et utilisent de manière particulièrement efficace les ressources existantes a fait ses preuves ici. La coopération avec les associations et les entreprises de la région s'est développée de manière très positive, de sorte que la marque «Robotix-Academy» est maintenant connue bien au-delà de la Grande Région et est considérée comme un projet de référence pour une bonne coopération transfrontalière. La portée de l'Academy a encore pu être augmentée, notamment grâce au site web propre au projet [www.robotix.academy](http://www.robotix.academy) ainsi qu'au site [www.robot-hub.org](http://www.robot-hub.org). En ce qui concerne l'acquisition de nouveaux projets de recherche, le consortium de projet est optimiste quant à l'avenir : grâce à des coopérations consolidées et nouvellement établies en 2021, la Robotix-Academy pourra également lancer de nouveaux projets en 2022 et ainsi faire le lien avec des thèmes de recherche existants tant au niveau de la Grande Région qu'au niveau européen. Une fois de plus, de nombreuses entreprises de la Grande Région seront activement impliquées. Les formats d'événements communs à savoir le cours, le roadshow, l'école d'été et la conférence scientifique sont maintenant bien établis et font partie intégrante du plan d'action. Les nouveaux domaines d'intervention à savoir les soins de santé et la logistique, ajoutés dans le cadre de l'extension du projet, ont été adressées. Il en va de même pour le nouveau groupe ci-

Das Programm INTERREG V A Großregion befindet sich mittlerweile in seiner Schlussphase und die Academy ist bestrebt, in der verbleibenden Zeit bis Mitte 2022 den Forschungscluster für industrielle Robotik weiter auszubauen und zu verstetigen.

ble d'élèves qui doivent être préparés à des études techniques dans la Grande Région. Le programme INTERREG V A Grande Région est désormais dans sa phase finale et l'Academy s'efforce, dans la période restante jusqu'à la mi-2022, de continuer à développer et à consolider le pôle de recherche en robotique industrielle.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	1
<b>Préface</b>	1
<b>Robotix-Academy Summer School</b>	<b>1</b>
<b>Introduction to robotics toolbox for Matlab (Uni Lu)</b>	<b>4</b>
<b>Intelligent Robotic System for Solving Dissection Puzzle (ZeMA)</b>	<b>10</b>
<b>Introduction to the robot Sawyer: InteraStudio vs InteraSDK (ULg)</b>	<b>23</b>
<b>Kontakt</b>	<b>31</b>
<b>Contact</b>	<b>31</b>





## 6<sup>th</sup> Robotix-Academy Summer School

Saarbruecken, April 28<sup>th</sup>



# Robotix-Academy Summer School

Die sechste Robotix-Academy Summer School fand dieses Jahr am 28. April am ZeMA in Saarbrücken statt. Ein halbes Dutzend Teilnehmer der Partnerstützpunkte aus Liège und Luxemburg trafen sich vor Ort, um gemeinsam Fragestellungen zur Robotik zu bearbeiten und voneinander zu lernen. Drei Workshops wurden während der ganztägigen Veranstaltung angeboten: Zunächst gab Dr. Atal Anil Kumar, Postdoc Researcher an der Universität Luxemburg, eine Einführung in die Robotics Toolbox von Peter Corke in Matlab.

Im zweiten Workshop stellte Xiaomei Xu, Doktorandin am ZeMA, ihre Forschungsarbeiten zur intelligenten Montageplanung für Bauteile mit einem Roboter auf Basis von Künstlicher Intelligenz am Beispiel des Tangram-Spiels und von LEGO-Baugruppen vor.

Der letzte Workshop war eine Einführung in den Sawyer-Roboter von Robin Pellois, Doktorand an der Universität Liège. Hierbei ging es um die Programmierung des Roboters über eine Browser-Schnittstelle und über ROS (Robot Operating System).

Auch die letzte Robotix-Academy Summer School innerhalb der Projektlaufzeit (2016-2022) war ein Gewinn für die wissenschaftlichen Mitarbeiter: Forschungsfragen konnten nochmals aufgeworfen und entsprechende Lösungsansätze diskutiert werden. Ziel der Academy ist es, den wissenschaftlichen Austausch in der Großregion auch über das Projekt hinaus fortzuführen.

La sixième Robotix-Academy Summer School a eu lieu cette année le 28 avril au centre ZeMA à Sarrebruck. Une demi-douzaine de participants des pôles partenaires de Liège et du Luxembourg se sont retrouvés sur place pour travailler ensemble sur des thématiques liées à la robotique et apprendre les uns des autres.

Trois ateliers ont été proposés au cours de cette manifestation d'une journée : Tout d'abord, le Dr Atal Anil Kumar, chercheur postdoctoral à l'Université du Luxembourg, a donné une introduction à la Robotics Toolbox de Peter Corke dans Matlab.

Dans le deuxième atelier, Xiaomei Xu, doctorante au centre ZeMA, a présenté ses travaux de recherche sur la planification intelligente de l'assemblage de composants avec un robot sur la base de l'intelligence artificielle, en prenant l'exemple du jeu Tangram et d'assemblages LEGO.

Le dernier atelier était une introduction au robot Sawyer par Robin Pellois, doctorant à l'Université de Liège. Il s'agissait de la programmation du robot via une interface de navigateur et via ROS (Robot Operating System).

La dernière Robotix-Academy Summer School organisée dans le cadre du projet (2016-2022) a également été bénéfique pour les assistants de recherche : des questions de recherche ont pu être soulevées une nouvelle fois et des solutions correspondantes ont été discutées. L'objectif de l'Academy est de poursuivre l'échange scientifique au sein de la Grande Région au-delà du projet.



**6<sup>th</sup> Robotix-Academy Summer School 2022,  
ZeMA gGmbH, Thursday April 28th 2022**

## **Summer School 2022**

### **Planning:**

	<b>Thursday 28/04</b>
<b>9h</b>	<b>Arrival</b>
<b>9h30</b>	(coffee and snacks)
<b>10h</b>	
<b>10h30</b>	
<b>11h</b>	<b>Workshop 1</b>
<b>11h30</b>	
<b>12h</b>	<b>Lunch</b>
<b>12h30</b>	
<b>13h</b>	
<b>13h30</b>	<b>Workshop 2</b>
<b>14h</b>	
<b>14h30</b>	
<b>15h</b>	
<b>15h30</b>	
<b>16h</b>	<b>Workshop 3</b>
<b>16h30</b>	
<b>17h</b>	





## Introduction to robotics toolbox for Matlab (Uni Lu)

Ziel dieses Workshops war es, die Robotics Toolbox für Matlab vorzustellen, die weit verbreitet ist und von Peter Corke entwickelt wurde. Diese Toolbox bietet zahlreiche integrierte Funktionen (Kinematik, Dynamik und Trajektoriengenerierung), die für die Untersuchung und Simulation der klassischen Roboterarmtechnik nützlich sind. Sie enthält auch Funktionen für die Untersuchung und Analyse mobiler und luftgestützter Roboter, mit Funktionen für Roboterbewegung, Bahnplanung, kinodynamische Planung etc. Da der Code ausgereift ist und einen Vergleichsmaßstab für andere Implementierungen derselben Algorithmen bietet, wird der Benutzer in die Lage versetzt, theoretisches Wissen im Bereich der Robotik besser zu verstehen und anzuwenden. Zu diesem Toolkit gehört auch ein Handbuch, das Open-Source ist und ständig aktualisiert wird.

### Kontakt:

Universität Luxemburg  
Dr.-Ing. Atal Anil Kumar  
E-Mail:[atal.kumar@uni.lu](mailto:atal.kumar@uni.lu)

L'objectif de cette session était de présenter la Robotics Toolbox pour Matlab, largement utilisée et développée par Peter Corke. Cette boîte à outils fournit de nombreuses fonctions intégrées (cinématique, dynamique et génération de trajectoires) qui sont utiles pour l'étude et la simulation de la robotique classique de type bras. Elle contient également des fonctions pour l'étude et l'analyse des robots mobiles et aériens, avec des fonctions pour le mouvement du robot, la planification de la trajectoire, la planification kinodynamique, etc. Comme le code est mature et fournit un point de comparaison pour d'autres implémentations des mêmes algorithmes, l'utilisateur sera en mesure de comprendre et d'appliquer plus efficacement les connaissances théoriques dans le domaine de la robotique. Cette boîte à outils est également accompagnée d'un manuel qui est open-source.

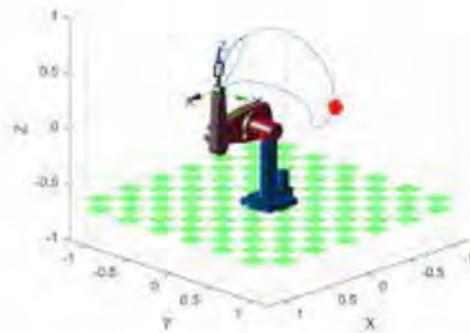
### Contact:

Université du Luxembourg  
Dr.-Ing. Atal Anil Kumar  
E-Mail:[atal.kumar@uni.lu](mailto:atal.kumar@uni.lu)

# Introduction to robotics toolbox for Matlab



Atal Anil Kumar  
Department of Engineering  
University of Luxembourg  
Email: [atal.kumar@uni.lu](mailto:atal.kumar@uni.lu)



Atal A. Kumar



## Overview



- Robotics Toolbox for MATLAB – How to install, download
- Running examples on Serial-link robots
- Trying to simulate movement and doing step-by-step exercise



Atal A. Kumar



## Robotics ToolBox (RTB)



The University of Luxembourg logo consists of the letters "uni.lu" in a stylized font, with "UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG" written below it.

- Developed by Peter Corke
- Several releases of RTB could be found online.
- The reference book by the same author could be found here:  
<http://petercorke.com/wordpress/rvc/>
- The toolbox can be downloaded at  
<https://petercorke.com/toolboxes/robotics-toolbox/>



Atai A. Kumar



## Why RTB?



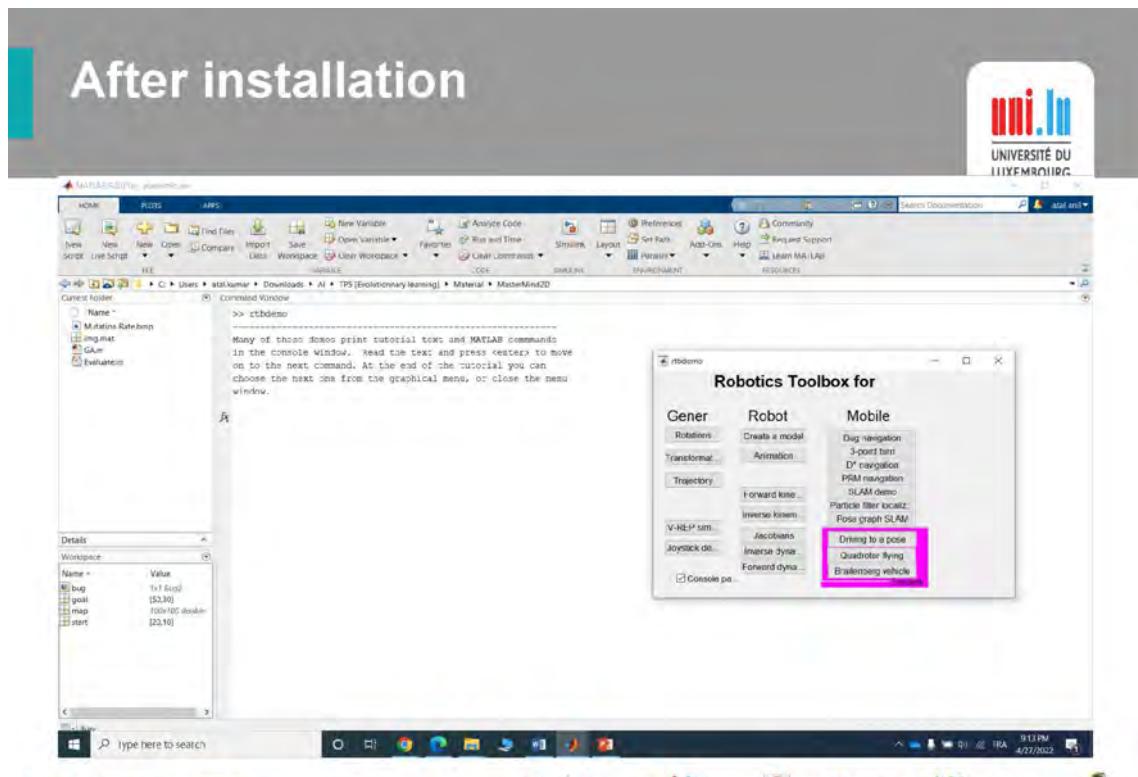
The University of Luxembourg logo consists of the letters "uni.lu" in a stylized font, with "UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG" written below it.

- The mathematical and visual expression of robots like serial-link robotic manipulator could be encapsulated as a reusable class/object.
- We do not need to spend time rebuilding these wheels and could focus on more complicated designs, either mechanical or algorithmic.
- Basic operations : Homogeneous transformation 2D/3D • Differential motion • Trajectory generation • Pose representation • Serial-link manipulator • Classic robot models (e.g., Puma 560) • Kinematics • Dynamics • Mobile robot • Localization • Path planning • Graphics



Atai A. Kumar





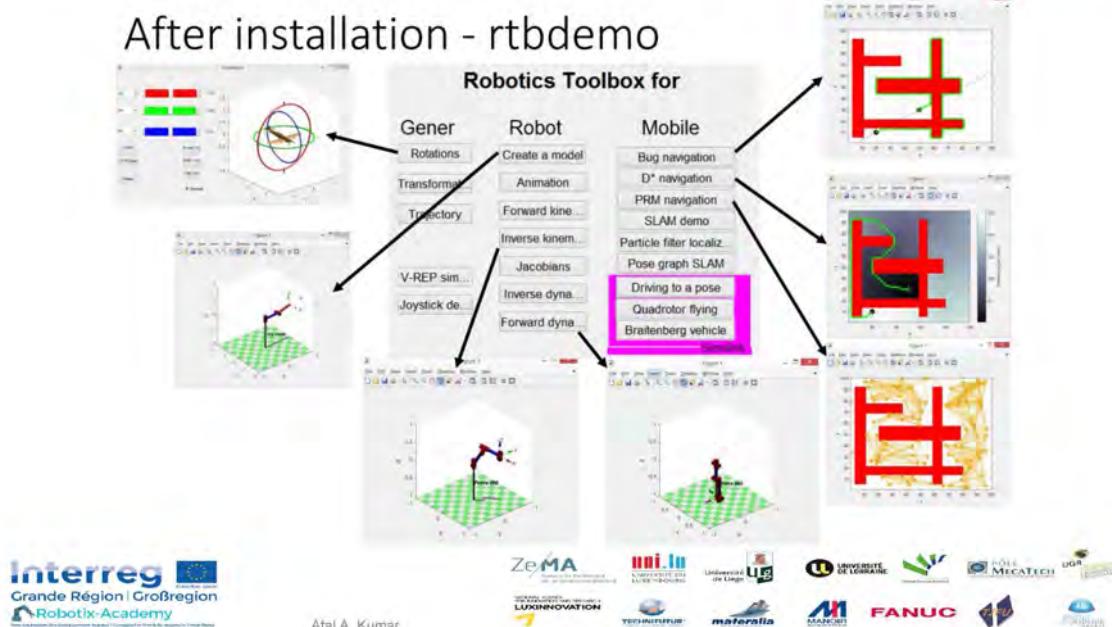
Interreg  
Grande Région | Großregion  
Robotix-Academy

Atai A. Kumar

ZeMA  
LUXINNOVATION  
Université de Lorraine  
TECHINFORUS  
materia  
MANORI  
FANUC  
DGR



## After installation - rtbdemo



Interreg  
Grande Région | Großregion  
Robotix-Academy

Atai A. Kumar

ZeMA  
LUXINNOVATION  
Université de Lorraine  
TECHINFORUS  
materia  
MANORI  
FANUC  
DGR

## What can be done?



- Forward kinematics → mapping from joint coordinates to end-effector pose
- Inverse kinematics → mapping from end-effector pose to joint coordinates

$${}^{j-1}A_j = \begin{pmatrix} \cos\theta_j & -\sin\theta_j \cos\alpha_j & \sin\theta_j \sin\alpha_j & a_j \cos\theta_j \\ \sin\theta_j & \cos\theta_j \cos\alpha_j & -\cos\theta_j \sin\alpha_j & a_j \sin\theta_j \\ 0 & \sin\alpha_j & \cos\alpha_j & d_j \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



Atai A. Kumar



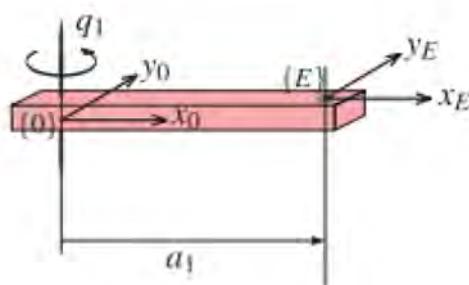
## Example



A sequence of ETS2 class objects

Argument to Rz is a string

The argument to Tx is a constant numeric robot dimension



```
>> import ETS2.*  
>> a1 = 1;  
>> E = Rz('q1') * Tx(a1)  
>> E.fkine( 30, 'deg')  
>> E.teach
```



Atai A. Kumar



## Tasks



- Creating R, RR planar robot
- Creating 3D robots
- Creating joints/links
- Creating own robot
- Create UR5?



Atai A. Kumar



## Exercise

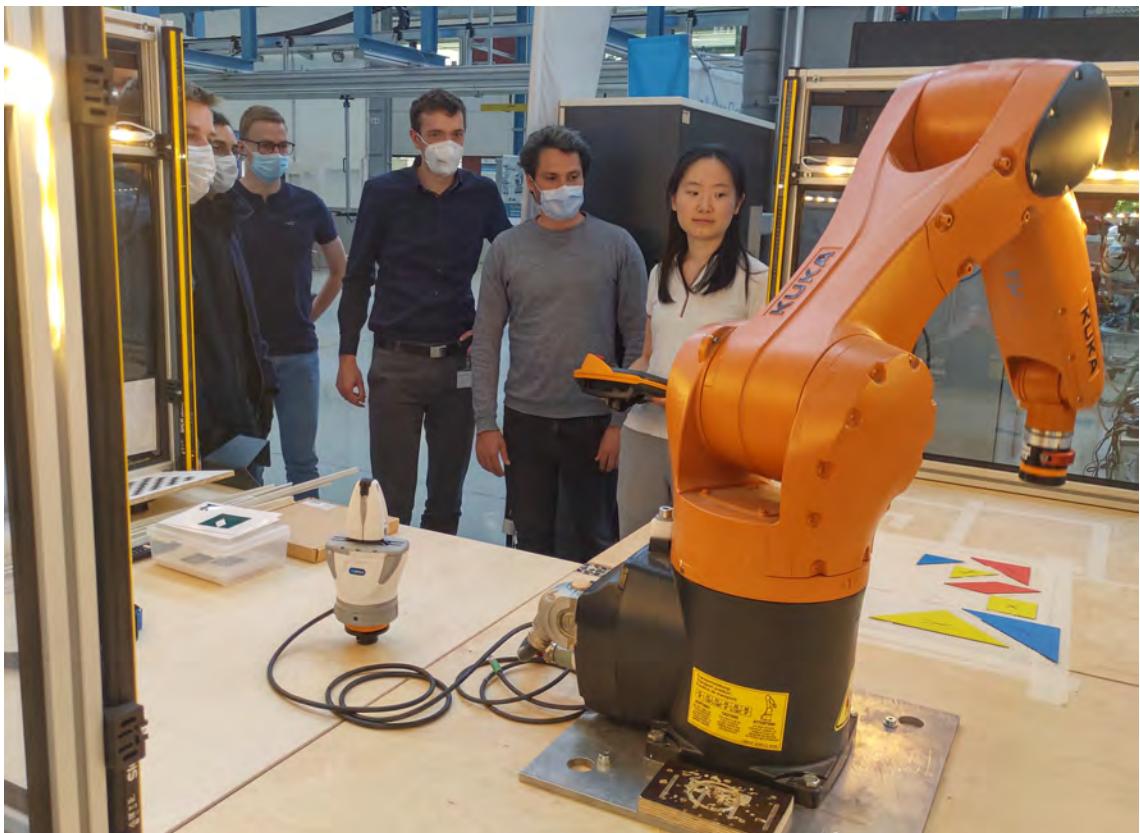


- Drawing a 'B'
- a) Change the size of the letter.
- b) Write a word or sentence.
- c) Write on a vertical plane.
- d) Write on an inclined plane.
- e) Change the robot from a Puma 560 to the Fanuc 10L.
- f) Write on a sphere. Hint: Write on a tangent plane, then project points onto the sphere's surface.
- g) This writing task does not require 6DOF since the rotation of the pen about its axis is not important. Remove the final link from the Puma 560 robot model and repeat the exercise.



Atai A. Kumar





## Intelligent Robotic System for Solving Dissection Puzzle (ZeMA)

Thema des Workshops von Frau Xiaomei Xu, Doktorandin am ZeMA, ist die Entwicklung eines intelligenten Robotersystems zum Lösen von Legepuzzle unter Verwendung von K-nächster Nachbar, Entscheidungsbaum und Deep Q Netzwerk.

### Motivation:

Die Idee besteht darin, dem Roboter die Zielpuzzle zu geben, und die KI des Roboters wird darüber nachdenken, wie er die 7 Polygone zusammensetzen kann, um die gleiche Grafik wie die Zielpuzzle zu erstellen.

### Konzept:

Ein intelligentes Robotersystem kombiniert K nächster Nachbar, Entscheidungsbaum und Deep Q Netzwerk, um verschiedene Zielpuzzle zu lernen. Ein Kamerasystem wird zur Erkennung und Schätzung der 3D-Position und Ausrichtung der Polygone.

### Forschung:

- Entwicklung eines Kamerasystems zur

Le sujet de l'atelier de Mme Xiaomei Xu, doctorante au centre ZeMA, est le développement d'un système robotique intelligent pour la résolution de puzzles en utilisant la méthode du K-voisin le plus proche, l'arbre de décision et le réseau Deep Q.

### Motivation:

L'idée est de donner au robot les puzzles cibles, et l'IA du robot va réfléchir à la manière d'assembler les 7 polygones pour créer le même graphique que les puzzles cibles.

### Concept:

Un système robotique intelligent combine K plus proche voisin, arbre de décision et réseau Deep Q pour apprendre différents puzzles cibles. Un système de caméra est utilisé pour détecter et estimer la position 3D et l'orientation des polygones.

### Recherche:

- Développement d'un système de caméra pour la détection des contours, la reconnaissance des formes et l'estimation de la

Konturerfassung, Formerkennung und 3D-Positionsbestimmung.

- Aufbau der Pipeline zwischen KI und Roboterarm, um eine kollisionsfreie Roboterbahn für die Montage zu planen.
- Entwicklung eines intelligenten Roboter-systems für die Analyse von zufälligen Ziel-puzzles.

**Anwendung:**

Basierend auf den bisherigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wird die Erweiterung auf den 3D-Raum in Zukunft eine intelligente Analyse und Montage beliebiger LEGO Baugruppen für industrielle Anwendungen ermöglichen.

**Kontakt:**

ZeMA  
Xiaomei Xu  
E-Mail: [xiaomei.xu@zema.de](mailto:xiaomei.xu@zema.de)

position 3D.

- Mise en place d'un pipeline entre l'IA et le bras robotique afin de planifier une trajectoire robotique sans collision pour l'assemblage.
- Développement d'un système robotique intelligent pour l'analyse de puzzles de cibles aléatoires.

**Application**

Sur la base des travaux de recherche et de développement réalisés jusqu'à présent, l'extension à l'espace 3D permettra à l'avenir une analyse et un assemblage intelligents de n'importe quel assemblage LEGO pour des applications industrielles.

**Contact:**

ZeMA  
Xiaomei Xu  
E-Mail: [xiaomei.xu@zema.de](mailto:xiaomei.xu@zema.de)



## Summer School 2022

---

Intelligent Robotic System for Solving Dissection Puzzle  
Combining K-Nearest Neighbors, Decision Tree and Deep Q Network

Xiaomei Xu, M. Sc

Center for Mechatronics and Automation gGmbH,  
Saarland University

28.04.2022, Saarbrücken

---

© ZeMA gGmbH

slide 1



## Agenda

---

- 1 Tangram Rule
- 2 Structure of intelligent Robotic System in Tangram
- 3 Intelligent Robotic System
- 4 Implementation + Validation
- 5 Extended Futurework

---

© ZeMA gGmbH

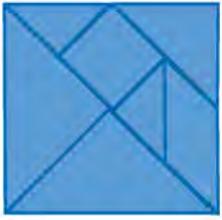
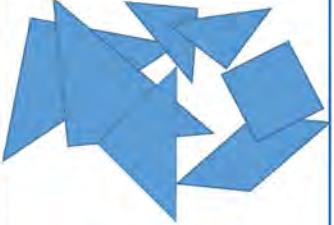
slide 2



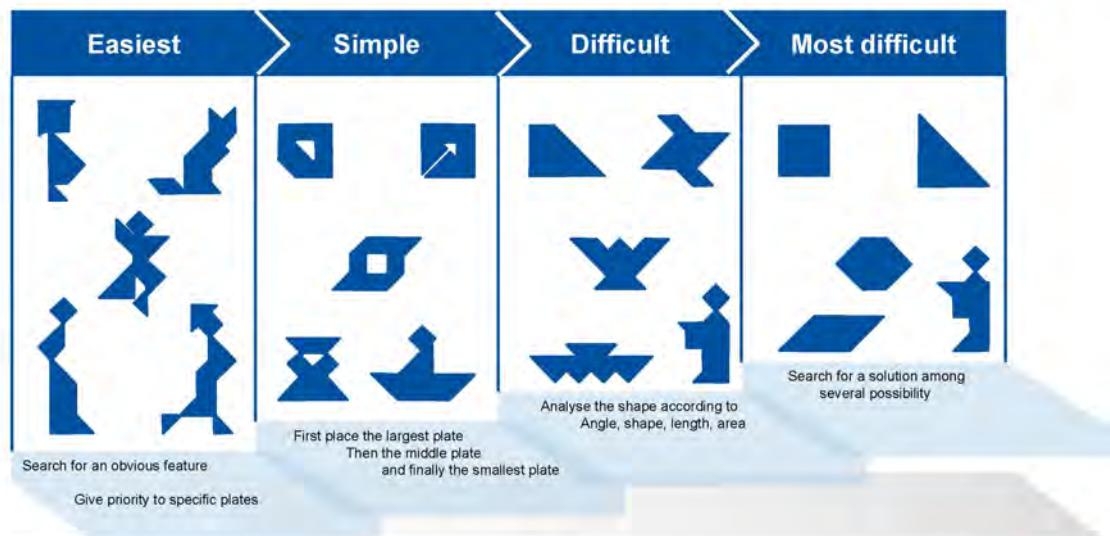
## Agenda

- 1 Tangram Rule
- 2 Structure of intelligent Robotic System in Tangram
- 3 Intelligent Robotic System
- 4 Implementation + Validation
- 5 Extended Futurework

## Tangram Rule

Use all 7 shapes	The shapes must touch each other	The shapes must not lie on top of each
		

### Shadow graphics in the divided difficulty levels



© ZeMA gGmbH

slide 5

**ZeMA** Technik für Mechatronik  
und Automatisierungstechnik  
UM:sys

### Agenda

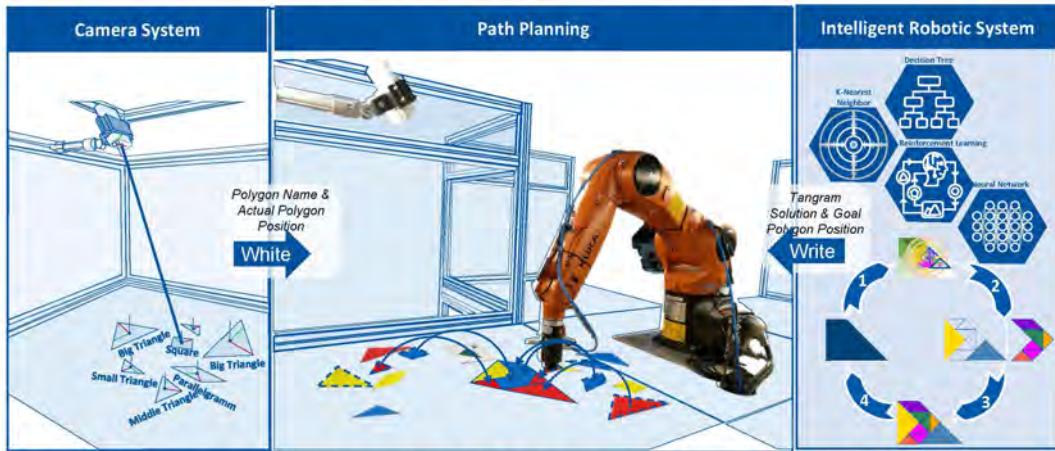
- 1 Tangram Rule
- 2 Structure of intelligent Robotic System in Tangram
- 3 Intelligent Robotic System
- 4 Implementation + Validation
- 5 Extended Futurework

© ZeMA gGmbH

slide 6

**ZeMA**

## Structure of Intelligent Robotic System in Tangram



- Camera System : Contour Detection, Shape Detection, 3D Position Estimation
- Path Planning: Pick and Place
- Intelligent Robotic System: K-Nearest Neighbors, Decision Tree and Deep Q Network

© ZeMA gGmbH

slide 7



## Agenda

- 1 Tangram Rule
- 2 Structure of intelligent Robotic System in Tangram
- 3 Intelligent Robotic System
- 4 Implementation + Validation
- 5 Extended Futurework

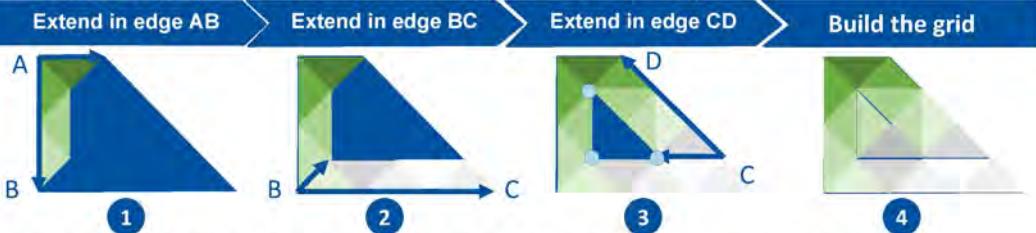
© ZeMA gGmbH

slide 8

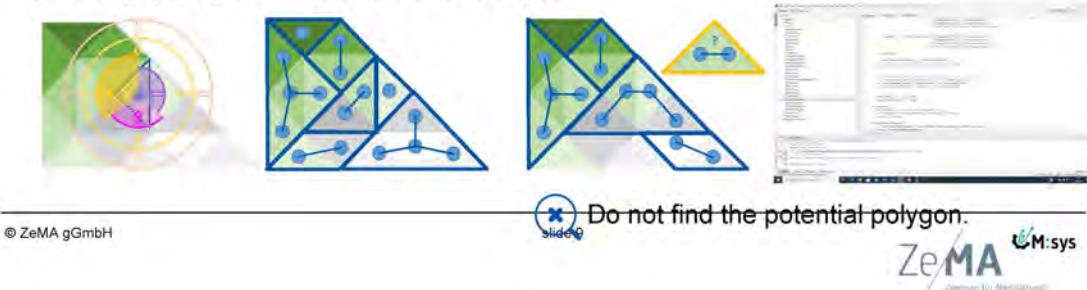


## Intelligent robotic system – Analysis target photo puzzle

- Take the target puzzle and divide it into a grid of 16 small triangles



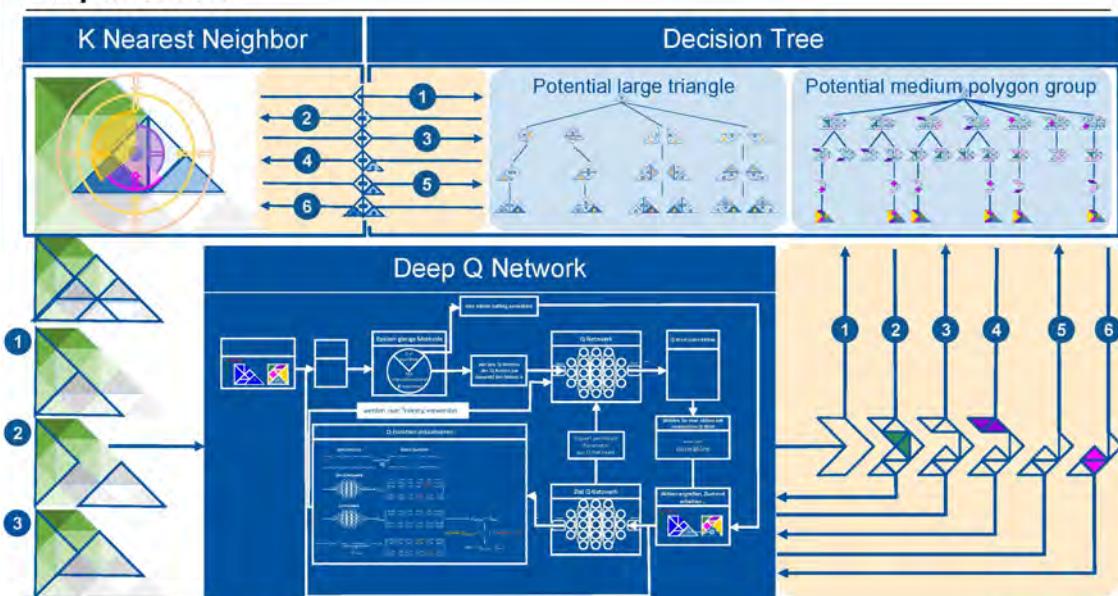
- The strategy for creating the shadow graphics with polygon is to first find the potential large triangle and then the potential medium polygon group, such as medium triangle, parallel graph, square and then the small triangle..



© ZeMA gGmbH

**ZeMA**   
Zentrum für Mechatronik  
und Automatisierungstechnik

## Collaborative relationship between K-Nearest Neighbor, Decision Tree and DeepQNetwork



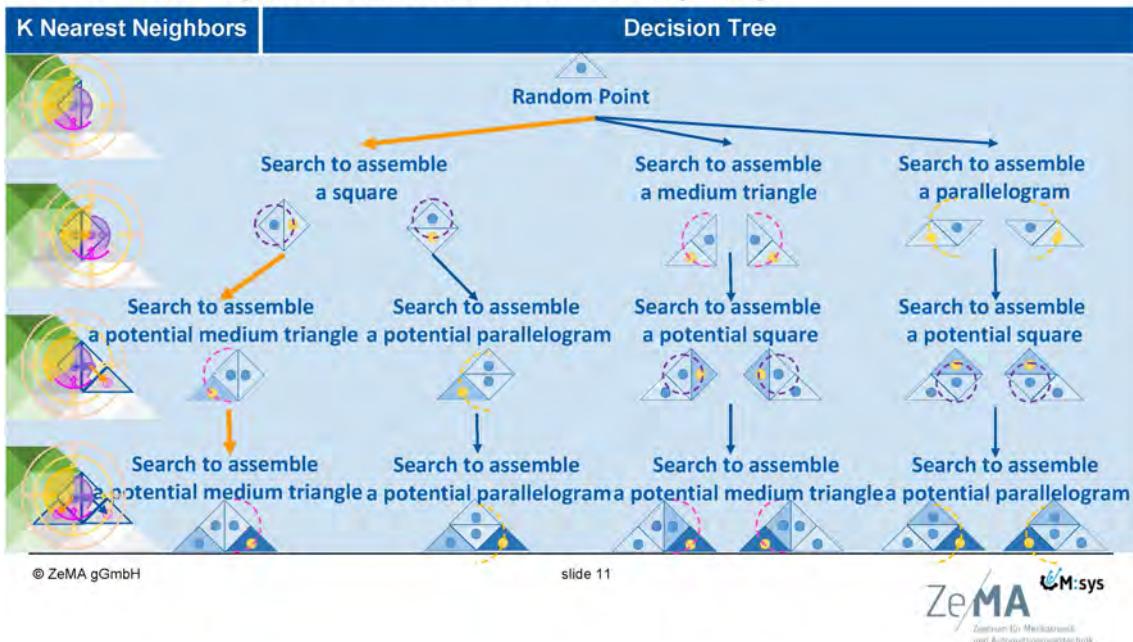
© ZeMA gGmbH

slide 10

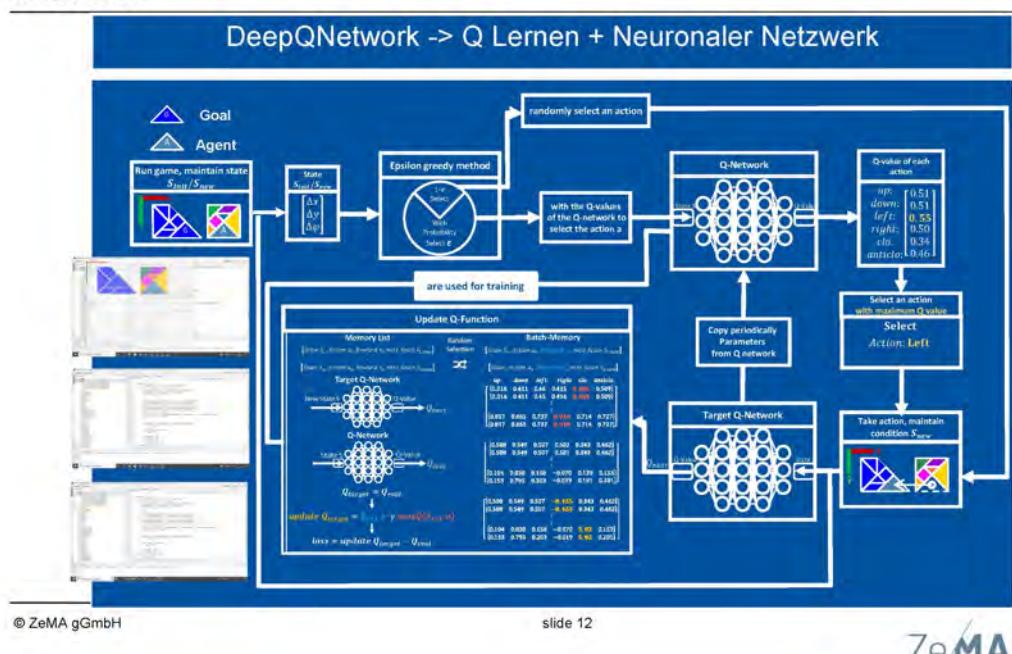
**ZeMA**   
Zentrum für Mechatronik  
und Automatisierungstechnik

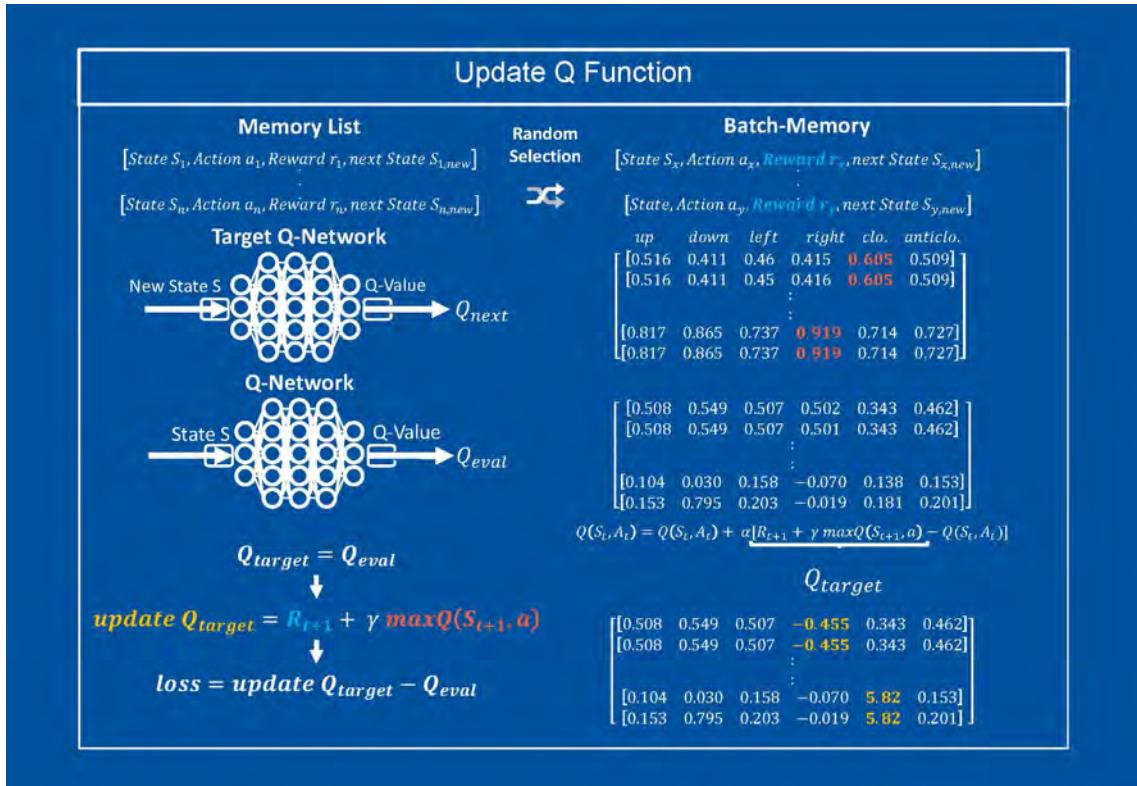
## Intelligent robotic system – K Nearest Neighbor and decision tree

- Use K nearest neighbour and the decision tree to find the large triangle



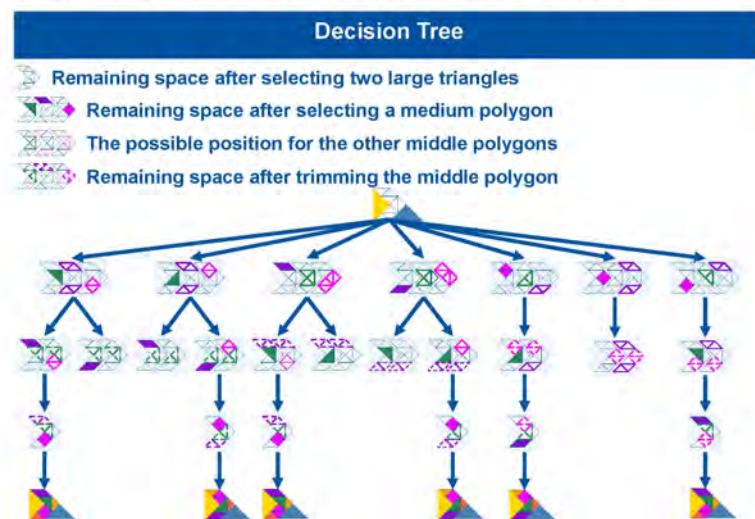
## Intelligent robotic system – DeepQNetwork -> Q Learning + Neural Network





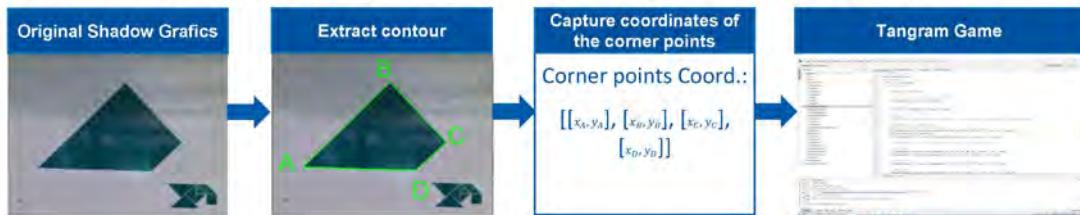
## Intelligent robotic system – Decision Tree

- Use second decision tree to find the medium polygons combination group

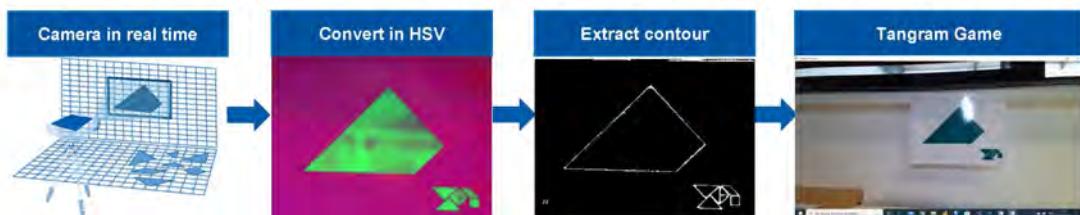


## Camera System – Contour Detection

Original Image -> Convert Grey Image -> Threshold Operation -> Draw Contour

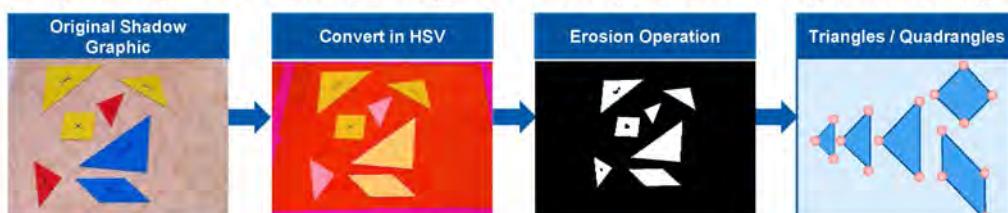


Start camera through API -> Convert HSV image -> Threshold operation -> Capture contour

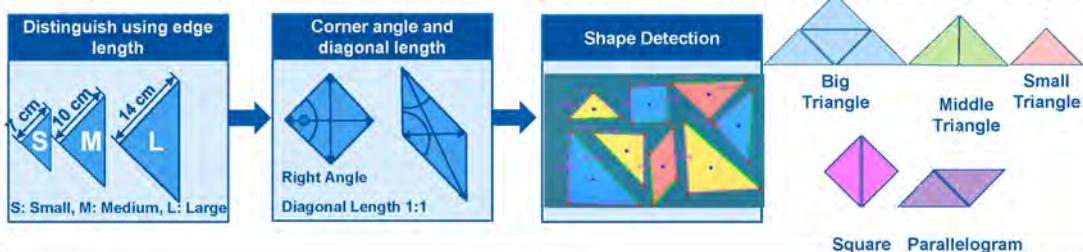


## Camera System – Shape Detection

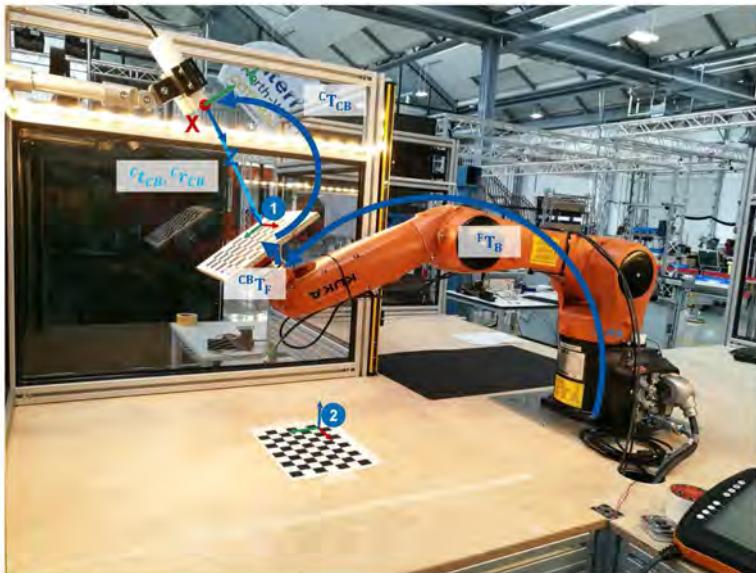
Original Image -> Convert HSV Image -> Erosion Operation -> Triangles / Quadrangles



Distinguish Triangle with Small/ Medium/ Large Size -> Distinguish Square and Parallelogram



## Camera System – Camera Calibration



### ■ Camera Calibration

#### – Input:

- 9 x 7 dimension
- Edge length of a square in the pattern.
- 3840 x 2160 resolution
- 20 images of the chessboard pattern from different positions and orientations

#### – Output:

- Camera matrix: 3x3, intrinsic parameters
- Translational vector and rotational vector in Rodrigues form from camera coordinates to each chessboard image coordinate

© ZeMA gGmbH

slide 17

**Ze/MA**   
Zentrum für Mechatronik  
und Automatisierungstechnik

## Agenda

- 1 Tangram Rule
- 2 Structure of intelligent Robotic System in Tangram
- 3 Intelligent Robotic System
- 4 Implementation + Validation
- 5 Extended Futurework

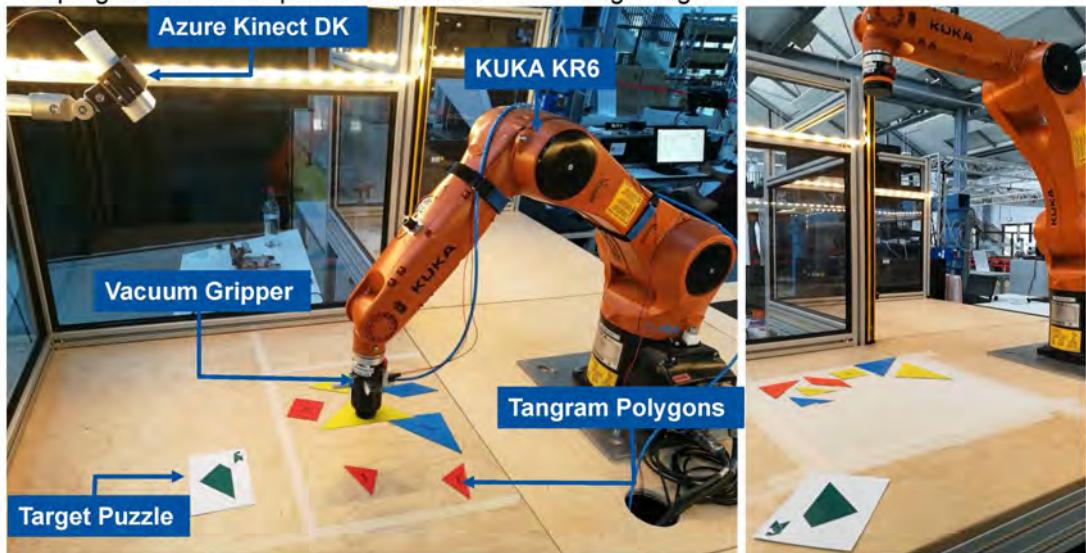
© ZeMA gGmbH

slide 18

**Ze/MA** 

## Implementation - All possible solutions in the Tangram game

- AI programm finds all possible solutions in the Tangram game

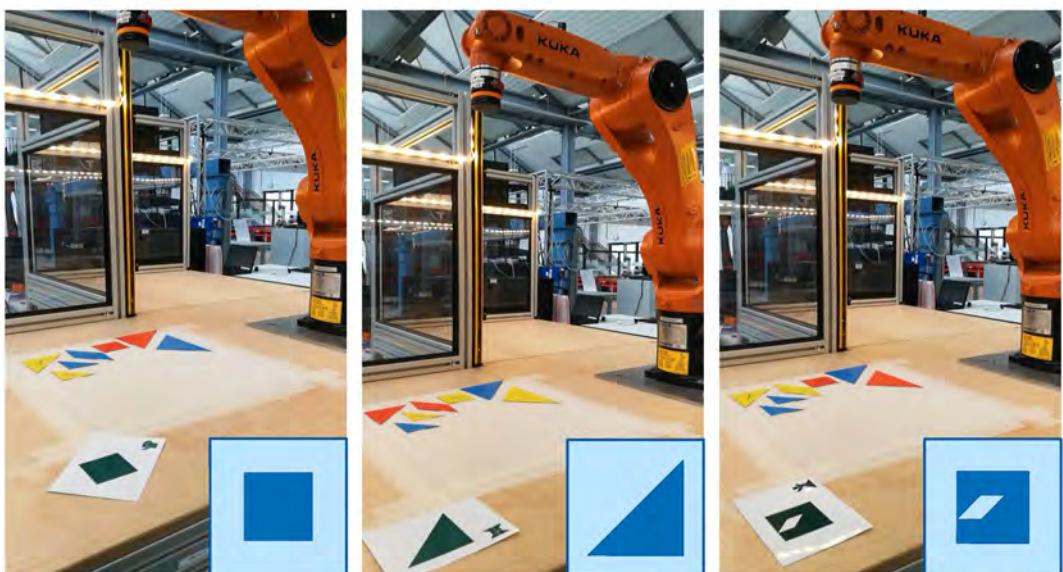


© ZeMA gGmbH

slide 19

**ZeMA**   
Zentrum für Mechatronik  
und Automatisierungstechnik

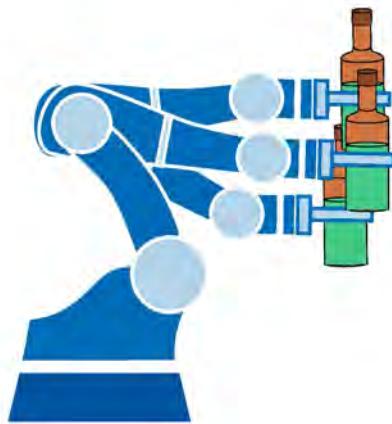
## Extension in the Other Shadow Graphic



© ZeMA gGmbH

slide 20

**ZeMA**   
Zentrum für Mechatronik  
und Automatisierungstechnik



**Thank you for your  
attention!**

Xiaomei Xu

E-Mail: [xiaomei.xu@zema.de](mailto:xiaomei.xu@zema.de)



## Introduction to the robot Sawyer: InteraStudio vs InteraSDK (ULg)

Die Universität Lüttich bot in diesem Jahr einen zweistündigen Workshop zur Einführung in den kollaborativen Roboter Sawyer der Firma Rethink Robotics an. Ziel dieses Workshops war es, die Allgemeinbildung der Zuhörer im Bereich Robotik zu erweitern. Der Workshop ist in zwei Teile gegliedert. Der erste war auf Intera Studio ausgerichtet, während der zweite Teil auf Intera SDK basierte. Intera ist der Name der internen Software des Roboters. Im „Studio“-Modus wird der Roboter über eine sehr intuitive Schnittstelle programmiert, die auf Blockprogrammierung basiert, bei der keine einzige Zeile Code erforderlich ist. Im „SDK“-Modus ist es möglich, den Roboter auf einer niedrigeren Ebene in einer ROS-Umgebung und diesmal mit Codezeilen zu programmieren.

Um InteraStudio kennenzulernen, haben wir den Roboter so programmiert, dass er zwei Aufgaben ausführt. Bei der ersten Aufgabe sollte der Roboter warten, bis ihm ein Objekt zwischen seinen Greifzangen präsentiert wurde, es greifen und sich dann zu einer anderen Position bewegen. Der Robo-

L'université de Liège a proposé, cette année, un atelier de deux heures sur la découverte du robot collaboratif Sawyer de l'entreprise Rethink Robotics. Cet atelier a pour but d'enrichir la culture générale en robotique de l'auditoire. Cet atelier est découpé en 2 parties. La première était portée sur Intera Studio alors que la deuxième partie sur Intera SDK. Intera est le nom du logiciel interne du robot. En mode « studio », le robot est programmé via une interface très intuitive basée sur la programmation par blocs où aucune ligne de code n'est nécessaire. En mode « SDK », il est possible de programmer le robot à un plus bas niveau dans un environnement ROS et cette fois-ci avec des lignes de code.

Pour découvrir InteraStudio, nous avons programmé le robot à faire deux tâches. Lors de la première tâche, le robot devait attendre qu'on lui présente un objet entre ses pinces de gripper, le saisir puis se déplacer à une autre position. Le robot devait alors relâcher l'objet lorsque l'humain tirait dessus. Cette tâche fait appel aux mesures d'effort interne du robot. Ce robot à

ter musste dann den Gegenstand loslassen, sobald der Mensch daran zog. Bei dieser Aufgabe werden die internen Kraftmessungen des Roboters herangezogen. Der Roboter hat die Besonderheit, dass er die Kräfte über die Verformung von Federn an seinen Gelenken misst. Die zweite Aufgabe war ein „Pick-and-Place“ und bediente sich der Bildverarbeitung. Der Roboter ist mit einer Kamera ausgestattet und es ist sehr einfach, ihn dazu zu bringen, Gegenstände zu erkennen und sie aufzunehmen.

Im zweiten Teil, der sich mit dem intera SDK befasste, wurde das „Paket“ der „ROS“-Umgebung vorgestellt, die mit dem Roboter verbunden ist. Dieses „Paket“ enthält verschiedene Programme, mit denen man zum Beispiel den „Kopf“ des Roboters bewegen, Lichter am Roboterarm blinken lassen und die Gelenke des Roboters bewegen kann. Nachdem wir die verschiedenen Programme, die uns zur Verfügung stehen, kennengelernt hatten, erstellten wir unser eigenes Programm anhand der genannten Beispiele.

**Kontakt:**

Universität Lüttich

Robin Pellois

E-Mail: robin.pellois@ulg.ac.be

la particularité de mesurer les efforts via la déformation de ressort au niveau de ses articulations. La deuxième tâche était un « pick-and-place » et faisait appel à la vision. Le robot est équipé d'une caméra et il est très facile de lui faire reconnaître des objets et de lui les faire prendre.

La deuxième partie, sur intera SDK, permettait de découvrir le « package » de l'environnement « ROS » associé au robot. Ce « package » inclus différents programmes permettant, par exemple, de faire bouger la « tête » du robot, de faire clignoter des lumières sur le bras, de faire bouger les articulations du robot. Après avoir découvert les différents programmes à notre disposition, nous avons créé notre propre programme à partir des exemples donnés.

**Contact:**

Université de Liège

Robin Pellois

e-mail: robin.pellois@ulg.ac.be



## Robotix-Academy Summer-School 2022

April 28<sup>th</sup> 2022

# Introduction to Sawyer Robot: InteraStudio vs InteraSDK



WorkShop presented by Juliano Todesco and Robin Pellois



## Table of contents

1 – Intera Studio: a really intuitive interfaced.....	2
a – The environment.....	2
b – Tasks :.....	4
3 – InteraSDK : A low level programming access.....	6
a – Create an adapted workspace.....	6
b – Examples.....	7
c – Create a custom node to teleoperate the Sawyer with a keyboard.....	8

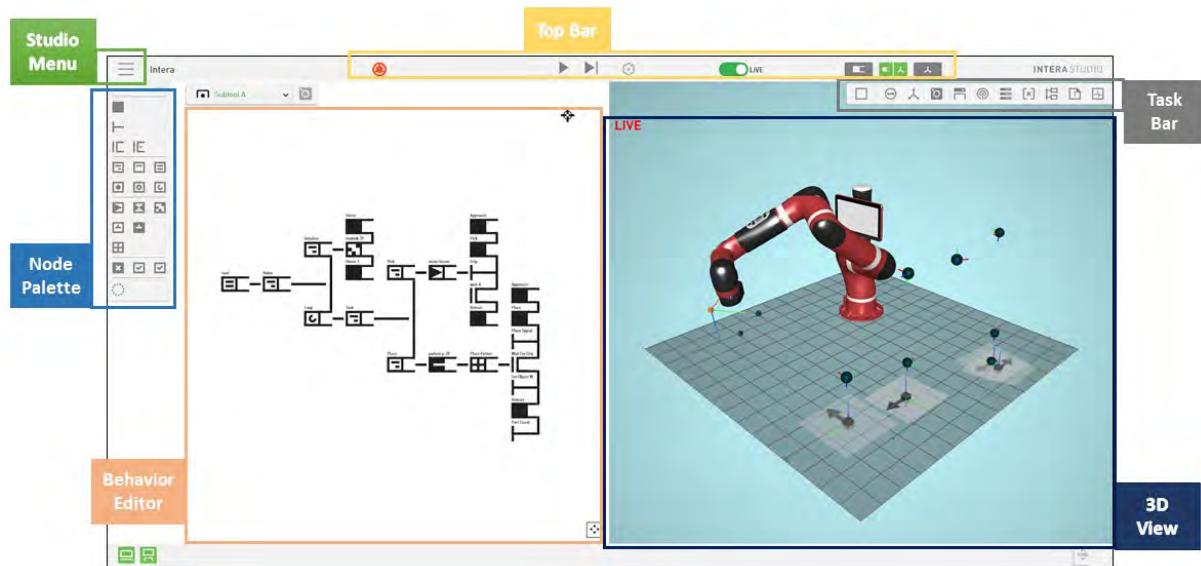
## 1 – Intera Studio: a really intuitive interface

### a – The environment

The intera environnement is described in the following link :

[http://mfg.rethinkrobotics.com/intera/Intera\\_Studio](http://mfg.rethinkrobotics.com/intera/Intera_Studio)

The software is installed directly on the robot controller and all you need is to be connected using Chrome through the ip adress of the robot (with port 3000) : **192.168.1.100:3000**



Programming the Sawyer do not require code line but uses behavior tree as you can see in the **Behavior Editor**. Sawyer's programs consist of nodes with settings and parameters that can be adapted. Some of them need variable(s) from a drop down menu, some others need positions and/or frames, etc ... Sometimes, settings are hidden by a "+" button in the "node inspector" window. All available nodes are shown in the **Node Palette** on the left of the screen. The **Top Bar** is used to run, stop or restart the program and the **Studio Menu** to save your program. The **3D View** is used to visualize the the robot itself in live and the recorded positions or frames. Finally, you'll find special tools or options in the **Task Bar**.

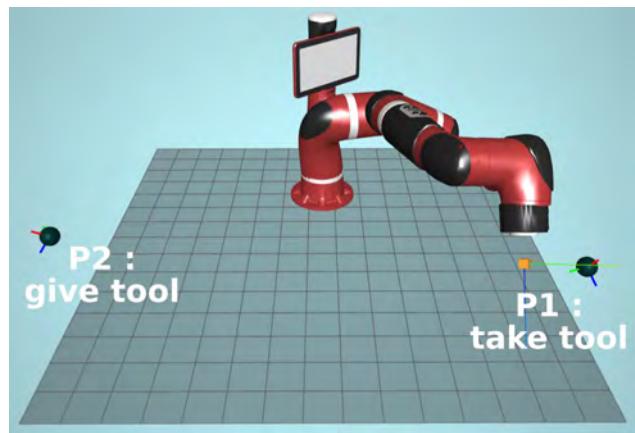
## b – Tasks :

### Take and give

In this task the robot has to wait at a position P1 and try to grab something until it does (a screwdriver for instance). Then the robot has to go to another position P2 and wait until someone grabs the tool (pull the tool with a force of at least 10 N) to release it.

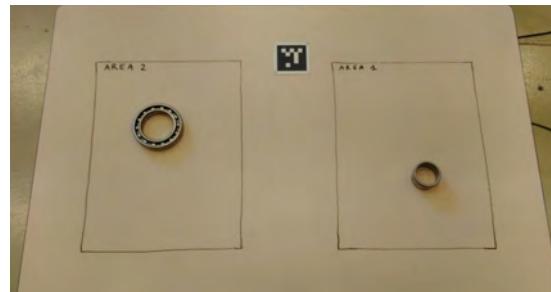
Suggested nodes for this task:

	Move To node	2
	Wait node	4
	Set To node	3
	Loop If node	1
	Wait Until node	1



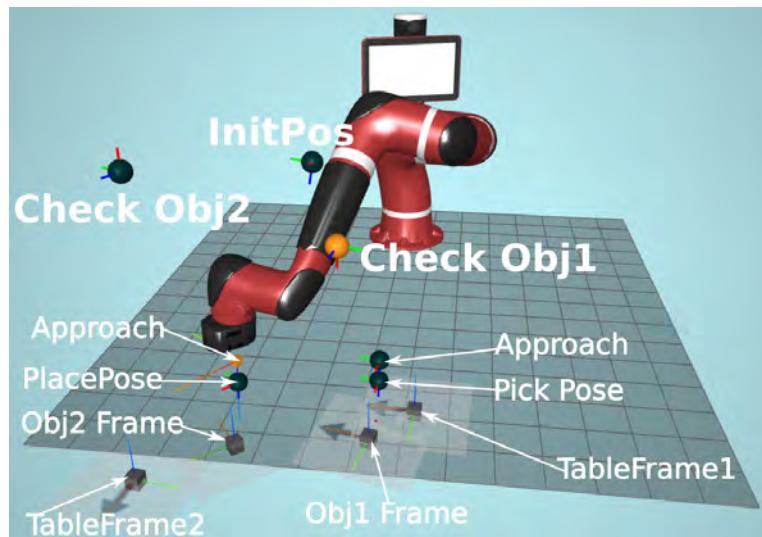
## Pick and place by vision

This exercise is the same as the 2nd and 4th exercise but this time the exact position of the objects are unknown. Two areas are defined on the table: each one defines the area where an element should be (as shown in the following picture).



Suggested nodes for this task:

	Move To node	10
	Wait node	4
	Set To node	3
	Vision node	2



## 3 – InteraSDK : A low level programming access

The Intera SDK provides a platform for development of custom applications for Intera Robots.

This repository contains meta-packages and files for installation/use of the Intera SDK.

Additionally, this repositories contain the Python interface classes and examples for action servers and control of the Intera Robot from Rethink Robotics.

ROS can be used to develop software to program robots. Rethink Robotics did that for their robots. Their operating system *Intera* presents 2 versions, one with a graphical interface and the other one, *InteraSDK* based on ROS and open source. Obviously, the second one allows going deeper into robot programming.

The ROS-based operating system for Sawyer (and Baxter) is well documented on this website :

[http://sdk.rethinkrobotics.com/intera/Main\\_Page](http://sdk.rethinkrobotics.com/intera/Main_Page)

### a – Create an adapted workspace

Create a regular workspace and call it *ros\_ws\_intera* : create the directory then run the *catkin\_make* command (don't forget to run the *setup.bash* file : `source /opt/ros/indigo/setup.bash`)

Install *Intera SDK* dependencies and softwares required.

```
sudo apt-get install git-core python-argparse python-wstool  
python-vcstools python-rosdep ros-indigo-control-msgs ros-  
indigo-joystick-drivers ros-indigo-xacro ros-indigo-tf2-ros  
ros-indigo-rviz ros-indigo-cv-bridge ros-indigo-actionlib  
ros-indigo-actionlib-msgs ros-indigo-dynamic-reconfigure ros-  
indigo-trajectory-msgs
```

(if you are experiencing problems with the copy/paste of the previous line, please click on the following link :

[http://sdk.rethinkrobotics.com/intera/Workstation\\_Setup#Install\\_Intera\\_SDK\\_Dependencies](http://sdk.rethinkrobotics.com/intera/Workstation_Setup#Install_Intera_SDK_Dependencies) )

Install *Intera* robot SDK

```
cd ~/ros_ws_intera/src  
wstool init .  
git clone https://github.com/RethinkRobotics/sawyer_robot.git  
wstool merge sawyer_robot/sawyer_robot.rosinstall
```

---

# Kontakt

## Contact

### Projektleitung

### Direction du projet



**Rainer Müller**, Prof. Dr.-Ing.  
**Zentrum für Mechatronik und  
Automatisierungstechnik gGmbH**  
Telefon: +49 (0)681 857 87 15  
E-Mail: rainer.mueller@zema.de  
Webseite: www.zema.de

**Ali Kanso**, Dr.-Ing.  
**Zentrum für Mechatronik und  
Automatisierungstechnik gGmbH**  
Telefon: +49 (0)681 857 87 519  
E-Mail: a.kanso@zema.de  
Webseite: www.zema.de

### Projektpartner

### Operateurs du projet



**Gabriel Abba**, Prof. Dr.  
**Université de Lorraine**  
Telefon: +33(0)387 375 430  
E-Mail: gabriel.abba@univ-lorraine.fr  
Webseite: www.univ-lorraine.fr



**Olivier Bruls**, Prof.  
**Université de Liège**  
Telefon: +32 (0)4366-9184  
E-Mail: o.bruls@ulg.ac.be  
Webseite: www.ulg.ac.be



**Thibaud van Rooden**  
**Pôle MecaTech**  
Telefon: +32 (0)81 20 68 50  
E-Mail:  
thibaud.vanrooden@polemecatech.be  
Webseite: www.polemecatech.be



**Wolfgang Gerke**, Prof. Dr.-Ing.  
**Hochschule Trier, Umwelt-Campus  
Birkenfeld**  
Telefon: +49 (0)6782 17-1113  
E-Mail: w.gerke@umwelt-campus.de  
Webseite: www.umwelt-campus.de



**Peter Plapper**, Prof. Dr.-Ing.  
**Université du Luxembourg**  
Telefon : +352 (0)466644-5804  
E-mail: peter.plapper@uni.lu  
Webseite: wwwde.uni.lu

## Strategische Partner Opérateurs méthodologiques



**Régis Bigot**  
**Manoir Industries**  
Telefon: +33 (0)3 87 39 78  
Webseite: www.manoir-industries.com



**Frédéric Cambier**  
**Technifutur**  
Telefon: + 32 (0)4 382 44 56  
E-Mail: frederik.cambier@technifutur.be  
Webseite: www.technifutur.be



**Frédérique Seidel**  
**Universität der Großregion**  
Telefon: +49 (0)681 301 40801  
E-Mail: frederique.seidel@uni-gr.eu  
Webseite: www.uni-gr.eu



**Anja Höthker**  
**LuxInnovation – National Agency for innovation and research**  
Telefon: +352 (0)43 62 63 – 854  
E-Mail: anja.hoethker@luxinnovation.lu  
Webseite: en.luxinnovation.lu



**Amarilys Ben Attar**  
**Institut de Soudure**  
Telefon: +33 (0)3 87 55 60 76  
E-Mail: a.benattar@isgroupe.com  
Webseite: www.isgroupe.com



**Christian Laurent**  
**Automation & Robotics**  
Telefon: +32 (0)87 322 330  
E-Mail: c.laurent@ar.be  
Webseite: www.ar.be

**FANUC**

**Nigel Ramsden**  
**FANUC Europe Corporation**  
Telefon: +352 (0)72 77 77 450  
E-Mail: nigel.ramsden@fanuc.eu  
Webseite: [www.fanuc.eu](http://www.fanuc.eu)



**Sakina Seghir**  
**MATERALIA – Pôle de Compétitivité**  
**Matériaux ; Material, Verfahren, Energie**  
Telefon: +33 (0)3 55 00 40 35  
E-Mail: [sakina.seghir@materialia.fr](mailto:sakina.seghir@materialia.fr)  
Webseite: [www.materialia.fr](http://www.materialia.fr)



**Abdel Tazibt**  
**CRITT TJFU**  
Telefon: +33 (0)3 29 79 96 72  
E-Mail: [a.tazibt@critt-tjfu.com](mailto:a.tazibt@critt-tjfu.com)  
Webseite: [www.critt-tjfu.com](http://www.critt-tjfu.com)



**Grégory Reichling**  
**Citius Engineering**  
Telefon: +32 (0)4 240 14 25  
E-Mail: [gregory.reichling@citius-engineering.com](mailto:gregory.reichling@citius-engineering.com)  
Webseite: [www.citius-engineering.com](http://www.citius-engineering.com)



[www.robotix.academy](http://www.robotix.academy)

