Start

Stelle TCP/IP Verbindung zum Roboter her.

Verbindung hergestellt?

nein → Abbruch

ja

Lade die Excel Datei in eine Matlab Matrix

Iteriere durch die Zeilen der Excel-Matrix und speichere die enthaltenen Informationen zu den Legosteinen in einer separaten Listenstruktur.

Transformiere die logischen Koordinaten der Excel-Datei zu den realen Koordinaten des Roboterkoordinatensystems. (siehe rechts)

Speichere die realen Koordinaten in der Listenstruktur.

Gibt es noch ungesetzte Steine?

Gibt es noch ungesetzte Steine?

nein → Ende

ja

Nimm die realen Roboterkoordinaten des nächsten Steins

(1) Bewege den TCP von der Ausgangsposition über die Position des "gegebenen" Steins

(2) Senke den TCP um den festgelegten Höhenoffset.

Greife den Stein

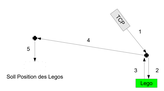
(3) Hebe den TCP um den Höhenoffset an.

(4) Bewege den TCP über die Soll-Position des Legosteins mit einem festen Offset.

(5) Platziere den Stein

Löse den Greifer und bewege TCP nach oben

Bringe den TCP in Ausgangsposition



Für diese Methode wird angenommen, dass
Es für den UR3-Roboter Befehle gibt mit
Denen der TCP mit gleichen Winkeln des
Endeffektors in eine gewünschte Richtung bewegt
werden kann.
Ein solcher Befehl zum linearen Anfahren von
Wegpunkten ist unter anderem der Befehl
"movel"
(siehe UR3 Benutzerhandbuch S. 128
https://www.universal-robots.com/media/207445/ur3_user_manual_en_us.pdf)

Anmerkungen:
-Es besteht keine Möglichkeit zur Simulation der Roboterbewegungen
Mit der Robotics-Toolbox von Peter Corke
-> Singularitäten oder nicht erreichbare Punkte können so im Vorfeld
Sehr schlecht erkannt werden
-Die Pose des Endeffektors mit welcher der Legostein platziert werden soll
Muss im Vorfeld aufgenommen werden!

Logische zu Reale Legokoordinaten

Transformation der logischen Koordinaten zu den realen Koordinaten.

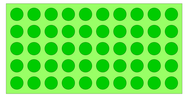
Ausgangssituation: Koordinaten lagen in Lego-Pins vor

Berechne die realen Legoplattenkoordinaten

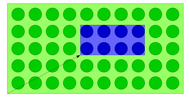
Transformiere die realen Legoplattenkoordinaten Zu realen Roboterkoordinaten

Gib diese Koordinaten zurück

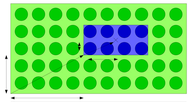
Legokoordinaten in Pins



Beispiel gesetzter Stein (Stein = Blau)



Die (0,0)-Koordinate des logischen Pin-Koordinatensystems ist der Pin
Pin Koordinate = Anzahl der Pins.
Die Länge, hier festgelegt als "Größe in x-Richtung", und die Breite,
Hier festgelegt als "Größe in y-Richtung", werden durch den Typ des
Legosteins festgelegt
Wichtig: hier Größe in Anzahl der Pins!
Um diese zu ermitteln muss in die im MATLAB-Programm
Definierte Funktion "ermittleAbmessungen" mit dem Typenparameter des
Lego aufgerufen werden.
(Selbstverständlich können in dieser Funktion auch weitere Legosteine
Definiert werden.)

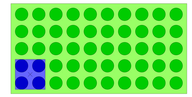


Um aus den logischen Koordinaten in der Anzahl der Pins die
Realen Legoplattenkoordinaten zu erhalten muss legglich folgende
Formel angewendet werden:

Reale Koord = Anzahl Pins * Abstand Pins + Größe Stein/2

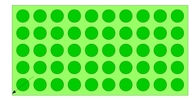
Für jeweils x und y

Punkt zum Kalibrieren mit 2x2 Stein



Der Mittelpunkt des 2x2-Legostenes (Hier als "X") kann eingeteacht
werden.
Problem: Die in der Excel-Datei angegebenen Punkte werden
Über die Anzahl der Pins kodiert, gezählt vom Pin in der unteren linken
Ecke und nicht von dem hier mit dem "X" gekennzeichneten Punkt.

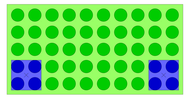
(Wahlweise auch 4x2 Stein mit der Mitte auf dem gezeigten Punkt)



Lösung des Problems: Ziehe von den realen Legoplattenkoordinaten
den Pinabstand in x- und y- Richtung ab.

Reale Legokoordinanten zu Reale Globale/Roboterkoordinaten -> Bestimme die Transformationsmatrix

Nimm die Koordinaten von den Punkten unten links und unten rechts auf



PUL Punkt unten rechts

PUR Punkt unten rechts

Die aufgenommenen Koordinaten sind aus dem Koordinatensystem
Des Roboters.
Aus zwei Koordinaten kann eine homogene Transformation um
Genau EINE Achse berechnet werden.
Für eine homogene Transformation mit Drehung um zwei Achsen
Sind drei Koordinaten notwendig.
Für eine homogene Transformation um drei Achsen sind
Vier Koordinaten notwendig.

$$\begin{matrix} Ca & -sa & 0 & tx \\ sa & ca & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \cdot X = Xt$$

Für Drehung um die z-Achse:
Errechne untransformierte Punkte und teache die
transformierten Punkte ein.
Löse das LGS um ca, sa, tx, ty, tz errechnen zu können.