

### Aufgabe 1

(Vergleich von Robotersystemen)

In einem KMU (Kleinere und Mittlere Unternehmen) soll ein Robotersystem angeschafft werden, das speziell eingesetzt werden soll für

- Zusammensetzen von Motorblockeinheiten
- Schweißen von Elementen der Karosserie.

Spezifizieren Sie mögliche Anforderungen. Wie kann das gewünschte System aussehen? Welche Alternativen gibt es, und was sind jeweils die Vor- und Nachteile?

### Aufgabe 2

(Bewertung von Programmierverfahren)

In der Vorlesung haben Sie verschiedene Arten der Roboterprogrammierung kennengelernt. Welche Programmiermethoden kommen für die oben genannte Anwendung in Frage?

Erarbeiten Sie jeweils Vor- und Nachteile der einzelnen Alternativen.

### Aufgabe 3

(Umweltmodellierung)



Das Bild zeigt die Einsatzumgebung des Systems zum Schweißen von Karosserieelementen (Reis Robotics). Modellieren Sie alle relevanten Teile mit Hilfe von *Constructive Solid Geometry (CSG)* und *Entity-Relationship Modellen*. Beachten Sie dabei folgende Fragen:

- Welche Teile der Umwelt müssen zur Ausführung der gegebenen Aufgabe modelliert werden?
- Welchen Zweck erfüllt die CSG, welchen die ER-Modellierung?
- Wo wird sinnvollerweise CSG, wo ER verwendet?
- Reichen CSG und ER für die Modellierung aus, um die gegebene Aufgabe durchzuführen?

### Aufgabe 4

(Aufgabenmodell)

Bei der Fertigung von Schokoladentafeln wird jedes Produkt am Ende der Fertigung auf Qualität bezüglich Form und Oberfläche geprüft. Dabei wird jede Tafel in eine der drei Kategorien

- fehlerlos (erste Wahl)
- kleinere Fehler (zweite Wahl)
- große Abweichungen (Ausschuss)

bewertet. Die Prüfung wird automatisiert durch ein Sensorsystem vorgenommen, was z.B. aus einer Kamera (Oberflächenprüfung, Schriftzug), einer Waage (Gewicht) und mehreren Tastsensoren (Abmessungen) besteht. Die Tafeln liegen während der Prüfung in einer definierten Position.

Ein Robotersystem soll nun diese klassifizierten Tafeln auf die jeweiligen Förderbänder sortieren. Dazu steht ein Roboter mit Sauggreifer zur Verfügung, der folgendermaßen angesteuert werden kann:

- *Move(Position, Orientierung)* bewegt den Greifer an die vorgegebene Position.
- *Move(Gelenkwinkel)* steuert die einzelnen Gelenke in die vorgegebene Position.
- *Grasp()* saugt das Objekt unter dem Greifer an und
- *Release()* gibt dieses wieder frei.
- Zusätzlich kann die Qualität der zuletzt vermessenen Tafel mit *Quality()* abgefragt werden.
- Die nächste Tafel kann mit *Next()* angefordert werden.

Programmieren Sie mit diesen Befehlen das Robotersystem für die gegebene Sortieraufgabe.

### Aufgabe 5

(Interaktive Programmierung)

Ein autonomer, anthropomorpher Serviceroboter soll darin eingewiesen werden, einen Raum aufzuräumen. Dies beinhaltet vor allem das Umstellen von mittelgroßen (z.B. Bücher, Schuhe) und kleinen (z.B. Schreibwaren, Kabel) Gegenständen aber auch andere Aktionen, wie das Verrücken von Mülleimern, Schließen von Schranktüren usw. Es sei anzunehmen, dass der Roboter bereits eine interne, geometrische und semantische Repräsentation der wichtigen Objekte, sowie eine Karte des Raums besitzt.

Welche qualitativen Merkmale der Vorführung des Menschen müssen aufgezeichnet werden? Welche aktuell existierenden (in der Vorlesung vorgestellten) Sensorlösungen gibt es, um die Vorführung des Aufräumvorgangs durch einen Menschen aufzuzeichnen?

Der Mensch führt nun vor, wie er ein Buch von einem Tisch in ein Regal packt.

In welche Phasen kann diese Operation nun segmentiert werden?

Die (in der Vorlesung vorgestellten) Sensorlösungen bieten Ansätze für die Segmentierung der verschiedenen Phasen dieser Operation. Welche Datenquellen werden dazu verwendet und welche Werte (qualitativ) nehmen sie in welchen Phasen ein?

Welches Konzept ermöglicht die Verallgemeinerung von einem Objekt auf verschiedene Objekte?

Üblicherweise hat der ausführende Roboter eine andere Kinematik und einen anderen Arbeitsraum, als der vorführende Mensch. Welche Möglichkeiten der Abstrahierung gibt es für Transportbewegungen, um die damit verbundenen Probleme zu lösen und welche zusätzlichen Fähigkeiten muss der Roboter dafür haben?

Auf die Hand bezogen kann ebenfalls eine Abstrahierung nötig sein, da heutige Roboterhände immer andere Abmessungen oder Freiheitsgrade, als die menschliche Hand besitzen. Zur Planung von Griffen auf Basis der Vorführung können demnach Griffklassen nötig sein. Mit welcher Klasse von Griffen werden Bücher gegriffen und mit welcher üblicherweise Stifte?