

Ein AI Innovation Seed des KI-Fortschrittszentrums

Perzeption zur automatisierten Handhabung formlabiler Bauteile (AutoLab)

Übersicht

Das Fraunhofer IPA zielt darauf ab, ein Projekt mit kreativen und proaktiven Industriepartnern aus Baden-Württemberg zu etablieren, die gemeinsame Interessen verfolgen und einen engen Erfahrungsaustausch wünschen.

Im Projekt »Perzeption zur automatisierten Handhabung formlabiler Bauteile (AutoLab)« teilt das Fraunhofer IPA ihr Know-How, insbesondere im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI), mit den Partnern und gewährt Einblicke in eigene Anwendungsgebiete. Die Industriepartner können somit die Vorteile der Anwendung von KI auf ihre eigenen Anwendungen übertragen und partizipieren von den Projektergebnissen. Das Projekt soll im Januar 2022 starten und eine Laufzeit von 12 bis 18 Monaten haben.

Ein Kabelbaum ist das teuerste Teil bei der Montage elektromechanischer Systeme. Fast alle Montageprozesse mit komplexen und variantenreichen Komponenten werden manuell durchgeführt. Es kostet viel Zeit und Mühe, die Kundenspezifikationen zu verstehen und sie entsprechend der Anforderungen zu konstruieren. Diese mühsame Aufgabe stellt einen Bottleneck in der Produktion von elektromechanischen Systemen dar. Perzeption zur automatisierten Handhabung

formlabiler Bauteile (AutoLab) ermöglicht es dem Montageprozess, auch komplizierte Fälle richtig zu behandeln. Das Projekt AutoLab besteht aus drei Hauptprozessen: Perzeption, Handhabung und Inspektion. Die verschiedenen Komponenten werden durch das Perzeptionssystem mithilfe von maschinellem Lernen automatisch klassifiziert. Anschließend führt das Handhabungssystem den Montageprozess auf der Grundlage der erkannten Anforderungen durch und optimiert ihn. Schließlich werden die Ergebnisse der Montage in der Inspektionsphase überwacht, um zu prüfen, ob sie korrekt ausgeführt wurden.



Abbildung 1: Quelle: msk.nina/Adobe Stock

Perzeption

In der Perzeptionsphase werden die Kundenspezifikationen mithilfe von künstlicher Intelligenz analysiert. Ein vom Kunden entworfener 2D-Zeichnungsplan beschreibt seine Anforderungen, z. B. die Anordnung und die Art von Montageteilen und in welchen Winkeln die Objekte installiert werden sollen. Die verschiedenen Informationstypen der 2D-Zeichnung werden durch Objekterkennung, wie in Abbildung 2 zu sehen, und optische Zeichenerkennung (OCR) extrahiert. Die Objekterkennungsmethode erkennt Instanzen von Objekten einer bestimmten Klasse und nimmt die Position der Objekte wahr. Darüber hinaus wird die Größe oder der Winkel des Objekts von der OCR-Technologie erfasst. Alle erfassten Daten werden berechnet, um die relevanten Informationen an der richtigen Stelle abzubilden. Diese berechneten Daten werden an den nächsten Schritt weitergeleitet, sodass der Roboter die Anforderungen wahrnehmen kann.

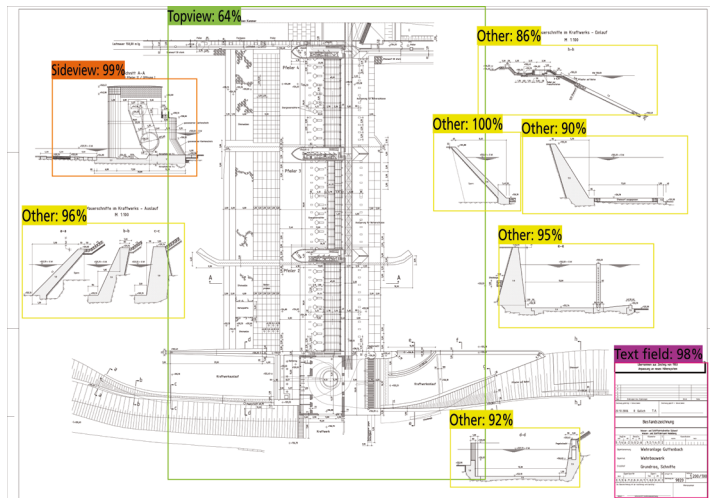


Abbildung 2: Verständnis von 2D-Zeichnungsplänen – Kim, H. (2021), Industrieprojekt mit BAW, Quelle: Fraunhofer IPA

Handhabung

Die extrahierten Kundenanforderungen an die Kabelbaummontage werden als Eingangsinformationen für das Handhabungsmodul genutzt. In diesem Modul werden die Produktanforderungen sowie Positionen und Toleranzen zusätzlicher Komponenten genutzt, um das finale Produkt zu modellieren. Dies wird in eine Physiksimulation überführt und mit einer Roboterzelle sowie einem Roboter versehen. Diese Simulationsumgebung bildet die Basis für den Machine Learning-Algorithmus. Die Teilehandhabung sowie die anschließende Montage des finalen Produkts werden durch einen hybriden Lernansatz gesteuert. Dieser besteht aus einem klassischen Robotersteuerungsalgorithmus sowie aktuellen »state-of-the-art« Machine

Learning-Algorithmen. Der Montageprozess wird komplett offline gelernt, dies resultiert in einem kosteneffizienten Training, durchgängiger Produktion ohne Unterbrechungen sowie frühzeitigen Verbesserungsschleifen. Um den gelernten Steuerungsalgorithmus in die Realität zu übertragen, werden mehrere Methoden eingesetzt, unter anderem eine Domänen Adaptierung sowie eine Domänen Randomisierung. Die Kombination der genannten Methoden erlaubt hochfrequente Produktionsanpassungen aufgrund der Flexibilität des Ansatzes, dem gleichzeitigen Erlernen mehrerer Anforderungen sowie der Einfachheit der Anpassung der automatisierten Pipeline.

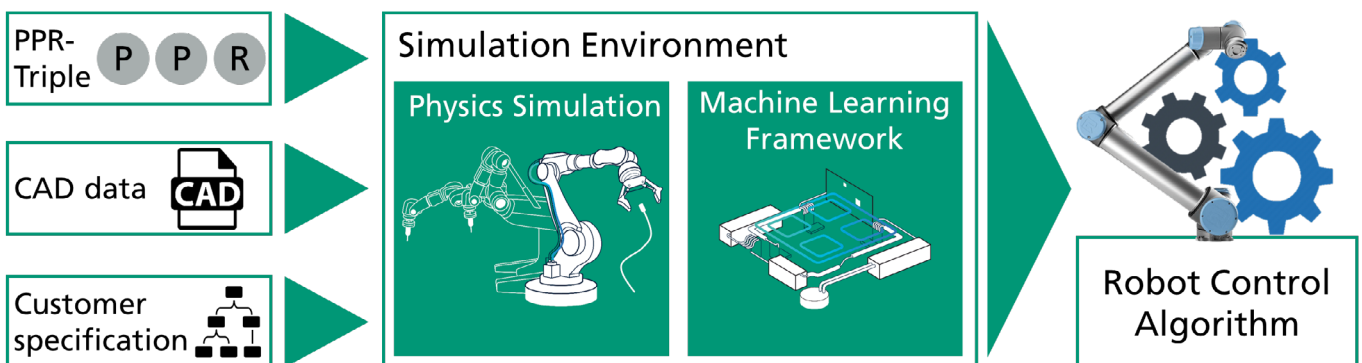


Abbildung 3: Schaubild des Lernprozesses für eine Montageaufgabe – Albus, M. (2021), Quelle: Fraunhofer IPA

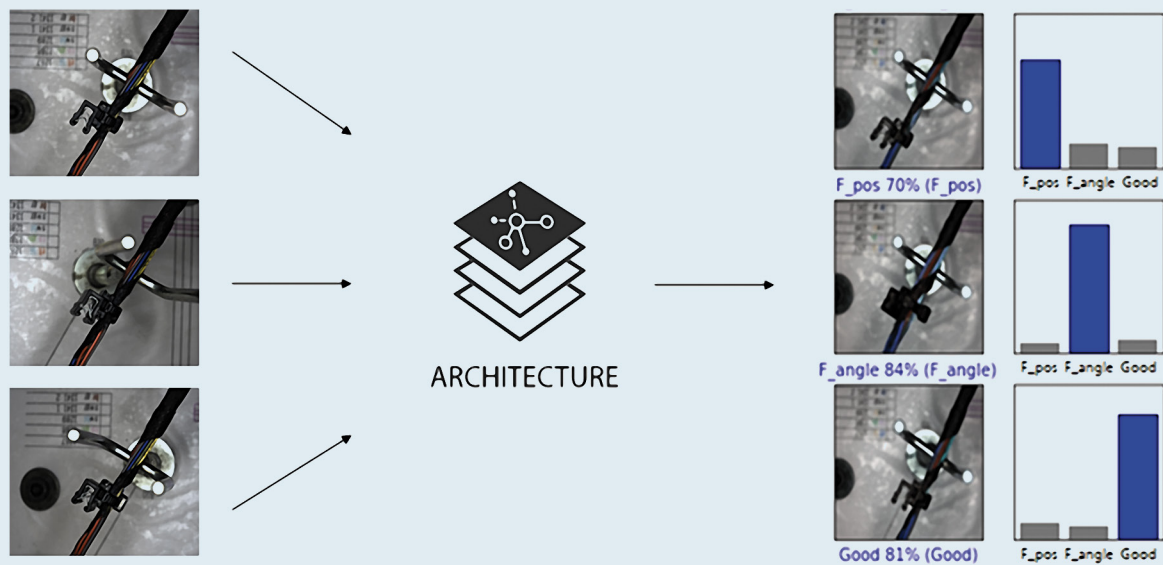


Abbildung 4: Positionsbestimmung von Befestigungsclips am Leitungssatz – Kim, H. (2021), Quick Check Projekt mit KroSchu, Quelle: Fraunhofer IPA

Inspektion

Das fertige Produkt wird in dieser Phase automatisch mit einer Industriekamera und Einsatz geeigneter Beleuchtung inspiziert. Die Ergebnisse der Baugruppen werden von der Kamera aufgenommen und mit einem maschinellen Lernverfahren, einem sogenannten Convolutional Neural Network (CNN), analysiert.

In einem Quick-Check-Projekt mit einem Industriepartner wurden die Möglichkeiten zur Erkennung von Fehlern auf der Grundlage von Kundenanforderungen mit hoher Vorhersagegenauigkeit nachgewiesen. Die Charakteristika wie Ausrichtung und Positionierung von Bauteilen wurden vom Industriepartner festgelegt. Mit den definierten Anforderungen erreicht

das trainierte Modell eine 100-prozentige Genauigkeit in der Testmenge. Die zuverlässigen Ergebnisse können auch zur Optimierung der Parameter des Handhabungsmoduls verwendet werden.

Kontakt

Sind Sie an einer Teilnahme interessiert?
Sprechen Sie uns gerne an!

Andreas Frommknecht

Telefon +49 711 970-1818
andreas.frommknecht@ipa.fraunhofer.de

Marcel Albus

Telefon +49 711 970-1663
marcel.albus@ipa.fraunhofer.de

Hang Beom Kim

Telefon +49 711 970-3649
hang.beom.kim@ipa.fraunhofer.de

Kontakt:

info@ki-fortschrittszentrum.de

Weitere Informationen unter:

www.ki-fortschrittszentrum.de/autolab

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und
Automatisierung IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

www.ipa.fraunhofer.de

KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik«

Eine Kooperation der Fraunhofer-Institute für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Das KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik« unterstützt Firmen dabei, die wirtschaftlichen Chancen der Künstlichen Intelligenz und insbesondere des Maschinellen Lernens für sich zu nutzen. In anwendungsnahen Forschungsprojekten und in direkter Kooperation mit Industrieunternehmen arbeiten die Stuttgarter Fraunhofer-Institute Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO daran, Technologien aus der KI-Spitzenforschung in die breite Anwendung der produzierenden Industrie und der Dienstleistungswirtschaft zu bringen. Finanzielle Förderung erhält das Zentrum vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg.

Europas größte Forschungs- kooperation auf dem Gebiet der KI

Das KI-Forschungszentrum ist Forschungspartner des Cyber Valley, einem Konsortium aus den renommierten Universitäten Tübingen

und Stuttgart, dem Max-Planck-Institut für intelligente Systeme und einigen führenden Industrieunternehmen. In gemeinsamen Forschungslabors werden Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Entwicklung zu aktuellen wie auch zukünftigen Bedarfen behandelt und vorangetrieben.

Menschzentrierte KI

Alle Aktivitäten des Zentrums verfolgen das Ziel, eine menschzentrierte KI zu entwickeln, der die Menschen vertrauen und die sie akzeptieren. Nur wenn Menschen mit neuen Technologien intuitiv interagieren und vertrauensvoll zusammenarbeiten, kann ihr Potenzial optimal ausgeschöpft werden. Daher konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten unter anderem auf die Themen Erklärbarkeit, Datenschutz, Sicherheit und Robustheit von KI-Technologien.

www.ki-fortschrittszentrum.de

Kontakt

Prof. Dr. Marco Huber
Telefon +49 711 970-1960
marco.huber@ipa.fraunhofer.de

Dr. Matthias Peissner
Telefon +49 711 970-2311
matthias.peissner@iao.fraunhofer.de

Dr. Werner Kraus
Telefon +49 711 970-1049
werner.kraus@ipa.fraunhofer.de

Kooperationspartner



Gefördert durch



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS