

## TEND ASSIST

DIY Machine Tending Framework for Robotic Assistance

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.06.2023	<b>Projektende</b>	31.05.2024
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Machine Tending bezeichnet den Prozess der Beschickung von Produktionsmaschinen mit Rohteilen bzw. das Handling bereits verarbeiteter Fertigteile. Dort müssen Teile häufig aus dem Schüttgut oder von Stapeln entnommen und präzise in eine Maschine eingelegt, bzw. nach der Verarbeitung einem übergeordneten Logistikkonzept entsprechend für den Weitertransport zugeführt werden.

Menschen sind in der Regel ohne vorheriges Training oder andere Vorbereitungen in der Lage, Objekte zu manipulieren, die sie vorher noch nie gesehen oder in der Hand gehabt haben. Die Entwicklung von kognitiven Robotern, die mit der gleichen Geschicklichkeit wie Menschen Handhabungsaufgaben bewältigen können, wird seit vielen Jahrzehnten angestrebt, bleibt aber trotz der regen Entwicklungstätigkeit in Forschung und Industrie nach wie vor eine kritische Herausforderung. Wenn diese gelöst werden sollte, erschließen sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in der autonomen Materialhandhabung sowie kombinierte Operationen. Inspektion und Sortierung oder Montage sind einige beispielhafte Anwendungen, die stark von einer zuverlässigen Pick-and-Place-Fähigkeit abhängig sind. Für Produkte die in großen Serien produziert werden sind roboterbasierte Handlingssysteme bereits Realität. Zahlreiche Hersteller bieten aktuell „Griff in die Kiste-Lösungen“ an, die meist Greifer erlauben dabei aber nur eine genau auf ein Objekt abgestimmte und/oder nur eine einzige Greifmodalität (z.B. Saugen oder Backengreifer) zu implementieren, die häufig nur sehr aufwändig zu parametrieren und in Betrieb zu nehmen sind oder mit eingeschränkter Präzision ablegen. Aktuelle Bin Picking Systeme können den Anforderungen vieler High Mix Low Volume(HMLV) Machine-Tending Aufgaben, typisch für kleine und mittlere Betriebe, nicht gerecht werden, da die Parametrierung nicht innerhalb weniger

Minuten, von ungeschultem Personal durchgeführt werden kann. Folgende zentrale Problemkreise P1 bis P4 sind relevant:

- Problemkreis P1 – Interoperabilität

Am Markt erhältliche Softwarelösungen decken nur Teilaspekte (z.B. Objektlageerkennung, Griff ins Schüttgut statt Griff in den Stapel) ab, und sind nicht oder nur schwierig (z.B. mit geeigneten User-Interfaces) erweiterbar.

- Problemkreis P2 – Spezifikation der Be- und Entladesituation

Aktuell können spezifische Be- und Entladesituationen in denen Objekte ausgerichtet angeliefert werden nur über rudimentäre Palletierfunktionen spezifiziert werden. Aktuelle Lösungen bieten keine effizienten Bedienoberflächen zur

Spezifikation und Verifikation komplexerer Schlichtmuster.

- Problembereich P3 – Spezifikation des Manipulationsvorgangs

Der Manipulationsvorgang an sich benötigt Informationen über Greifpunkte am Objekt, die Strategie bei der Reihenfolge der Be- bzw. Abarbeitung der Stapel, sowie spezifische Bewegungen die durch die erforderliche Präzision beim Einlegevorgang notwendig werden (Zwischenablage zur Feinausrichtung der Bauteile in der Orientierstation) oder die (auf Kollisionen ungeprüfte) Manipulation von Objekten in Operationsgebieten mit relevanter Störkontur) betreffen.

- Problembereich P4 – branchentypische Nutzbarkeit:

Aufgrund aktueller Leistungsgrenzen bzw. wegen der aufwändigen, teilweise nur von Experten machbaren Parametrierung, ist die wirtschaftliche Nutzbarkeit und zeitliche Flexibilität von Machine-Tending-Lösungen erheblich eingeschränkt. Die Rahmenbedingungen und Anforderungen in der beiden adressierten Branchen (Metall/Elektro) sind zum Teil sehr unterschiedlich. Aktuelle Einsatzgrenzen sind nicht untersucht oder dokumentiert.

Das Projekt versucht daher drei den Problembereichen zugeordnete Teilzielen Z1-Z3 zu erreichen um die Ziele zugeordnete Forschungsfragen (FF) zu beantworten:

- Ziel Z1: Spezifikation und Entwicklung eines Basissoftwareframeworks mit Interoperablen Technologiemodulen für MachineTending incl. zugehörigem übergeordnetem Bedienkonzept.

FF: Wie kann die Interoperabilität von Funktionen und Modulen in einem Basissoftwareframework für MachineTending-Prozesse gewährleistet werden und wie kann ein übergeordnetes Bedienkonzept dafür aussehen?

- Ziel Z2 ist die Entwicklung innovativer Interfaces zur Spezifikation von Be- und Entladesituationen.

FF: Wie können bei Be- und Entladesituationen auftretende Abstapelsituationen intuitiv konfiguriert und verifiziert werden?

- Ziel Z3 ist die Entwicklung innovativer Interfaces zur Eingabe von Informationen den Manipulationsvorgang selbst betreffend.

FF: Wie können alle notwendigen Parameter des Manipulationsvorgangs an sich möglichst intuitiv konfiguriert werden?

- Ziel Z4 ist eine branchenübergreifende Untersuchung der Verschiebung der Einsatzgrenzen von Bin-Picking für HMLV-Machine-Tending-Aufgaben durch die Projektergebnisse.

FF: Was sind branchentypische Einsatzgrenzen von Bin-Picking-Systemen für Machine- Tending Aufgaben und wie können diese durch technologische Weiterentwicklungen verschoben werden?

## **Endberichtkurzfassung**

Der thematische Schwerpunkt von TendAssist ist die Entwicklung einer Auftragseingabemethodik, die es erlaubt Machine Tending Prozesse auch bei kleinsten Losgrößen flexibel mittels Robotersystemen wirtschaftlich durchführbar zu machen. Schlüsselkriterium ist hierbei die Minimierung der Auftragseingabezeit (als Teil der Gesamtrüstzeit), um im Verhältnis zur Bearbeitungszeit ein minimaler Stillstand der Maschinen und damit eine Senkung der Lohnstückkosten zu erreichen. Ziel von TendAssist ist die Entwicklung und Evaluierung eines Benutzerführungssystems, das eine Konfigurationszeit von unter 5 min für einen Machine Tending Prozess auch für einen wenig erfahrenden Anwender erlaubt. Hierbei soll unter anderem auch das Potential von lernfähiger/KI-unterstützter Bilderkennung zur beschleunigten Konfiguration von Teilschritten bzw. für eine robustere Ausführung der Segmentierung von engen Lagenbilder, wie sie typischerweise im Machine Tending vorkommen, untersucht werden.

Dazu wurden im 1. Projektjahr aus der detailliert erhobenen Anforderung der Firmenpartner ein Roboter-Testsystem mit 2D/3D-Kamerasystemen entworfen aufgebaut. Seitens der produzierenden Firmenpartner Welser Profile, Faschang Werkzeugbau und Innotech Arbeitsschutz wurden hierfür Musterteile und Greifersystem entwickelt und bereitgestellt.

Mit diese Musterteilen und gängigen 3D Bin-Picking System und 2D -SmartCam / Visionsysteme wurden für die Musterteile Erkennungs.- und Greiftests durchgeführt um Benchmarks für die notwendigen Konfigurationszeiten solcher Systemes zu ermitteln.

Die Ergebnisse hierzu zeigten, dass die am Markt verfügbaren klassische Bin-Picking Lösungen zwar mit Schüttgut und vereinzelt Teilen in der Lage geeignet sind. Enggepackte Lagen wie sie üblicherweise bei Profilen, Plattenware oder Blechen auftritt können mit diesen Systemen bzw. auch mit klassischen 2D-Erkennungssystem ebenso nicht robust genug in der nötigen, sehr kurzer Konfigurationszeit vom Laien durchgeführt werden.

Somit zeigt sich auch die Relevanz des angedachte TendAssist-Bedienkonzept im Hinblick die Verkürzung von Rüstaufwänden, bzw. die Notwendigkeit bei der Erfassung von situativen Belade/Entladesituation lernfähige Funktionen zur Unterstützung einzusetzen

Daher wurden die weiterführenden Untersuchungen mit KI-unterstützten Auswertemethoden vom Partner Danube Dynamics zur Segmentierung von Lagenbilder und Zwischenlagen durchgeführt. Hier konnten bereits in den ersten Versuchen auch bei sehr kleiner Anzahl von Trainingsdaten sehr rasche qualitativ gute Segmentierungsergebnisse erzielt werden

Auf Basis dieser Ergebnisse, Erkenntnisse und Vorgaben wurden mit Ende des 1. Projektjahres die Entwicklung/Implementierung der Softwarekomponenten und des TendAssist Frameworks für einer gesamtheitliche, durchgängige Bedienmethodik (TendAssist -Workflow) und dessen Module gestartet.

## **Projektpartner**

- ecoplus.Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH