



Eine neue Generation von Industrierobotern für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)

In enger Kooperation mit den Anwendern entwickeln führende Roboterhersteller mit Partnern aus Forschung und Beratung im Projekt SMErobot™ unter der Leitung des Fraunhofer IPA eine neue Generation von Industrierobotern. Die speziellen Anforderungen kleiner und mittlerer Unternehmen werden frühzeitig aufgenommen und ihre Umsetzung durch den Aufbau der Demonstratoren vor Ort bei ausgewählten kmU garantiert.

Ausgangssituation

Ein wichtiges Ziel der Europa-Politik ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen in Europa. Dadurch wächst der Automatisierungsbedarf im produzierenden und bearbeitenden Gewerbe und fordert intelligentere Produktionssysteme als solche, wie sie mit heutigen Industrierobotern zur Verfügung gestellt werden.

Kleinere Stückzahlen verlangen eine deutlich höherer Flexibilität der Produktionssysteme im Vergleich zu Anwendungen in der Massenproduktion wie z. B. im Automobilbereich. Um eine Produktionssteigerung im kmU-Umfeld

zu erreichen, müssen Robotersysteme eingesetzt werden, die vor Ort schnell durch den Werker eingerichtet und von diesem in Betrieb genommen und bedient werden können.



Bild 2 Szene aus dem Film »Coffeebreak« des Projekts.

Dabei stellen vor allem eine intuitive Handhabung und Programmierung des Robotersystems, z. B. durch den Einsatz gängiger und kostengünstiger Eingabegeräte, einen wichtigen Schritt dar, um die Einrichtung und Bedienung des Roboters dem Werker zu erleichtern.

Das SMErobot™-Konsortium hat 2006 einen Projektfilm herausgebracht, der die Integration der neuen Robotergeneration in ihre geplante Umgebung bei kleinen und mittleren Unternehmen visualisiert. (Dieser kann auf der Projekt-homepage unter www.smerobot.org heruntergeladen oder als kostenlose DVD angefordert werden.)

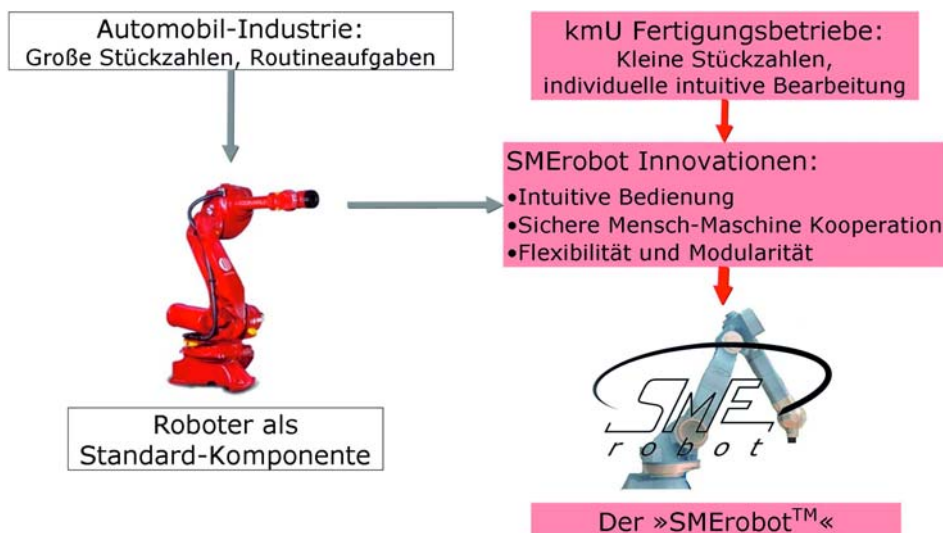


Bild 1 Vision des SMErobot™.

Aufbau und Ziele des SMErobot™-Projekts

Das Konsortium besteht aus insgesamt 16 europäischen Unternehmen, unter ihnen mit ABB, COMAU, Güdel, KUKA und Reis fünf führende Roboterhersteller. Ihnen zur Seite stehen fünf Forschungseinrichtungen DLR, Lund Institute of Technology, Universität Coimbra, ITIA-CNR sowie das Fraunhofer IPA.

Die Partner haben sich in Thrusts organisiert, um sich bei der Entwicklung der notwendigen Technologien und Methodiken auf drei Innovationen zu konzentrieren:

- Roboter, die in der Lage sind, menschliche Anweisungen auszuführen
- Sichere und produktive Technologien für die Interaktion von Robotern und Menschen in einer gemeinsamen Arbeitsumgebung
- Roboteranlagen, die innerhalb von drei Tagen in einer für sie neuen Arbeitsumgebung an neue Prozesse angepasst werden können

Um nicht nur diese Ziele, sondern vielmehr auch die Zielgruppe, die kmU, zu erreichen, wird der technische Kern des Konsortiums durch weitere Unternehmen aus Softwareentwicklung, Beratung und Anwendung vervollständigt.

Im Kontext des Projekts wurde eine Europäische Wirtschaftsinteressengruppe (SMEEIG) initiiert, die kmU-Endanwender und Systemintegratoren für die gesamte Laufzeit des Projekts einbindet, um so die entwickelten Robotersysteme in einer realen kmU-Umgebung zu testen und zu validieren.

Projektablauf und vorläufige Ergebnisse

Im jetzigen Projektabschnitt werden in Versuchsständen neue Kinematiken, Komponenten und Verfahren getestet, die dann in funktionstüchtige Prototypen in realen kmU-Umgebungen eingebaut werden. Auch wenn der SMERobot™ bisher noch als Vision dargestellt wird, zeigen die folgenden Realisierungen am Fraunhofer IPA, dass viele Einzeltechnologien, die dazu benötigt werden, schon heutzutage umsetzbar sind.

Plug and Produce

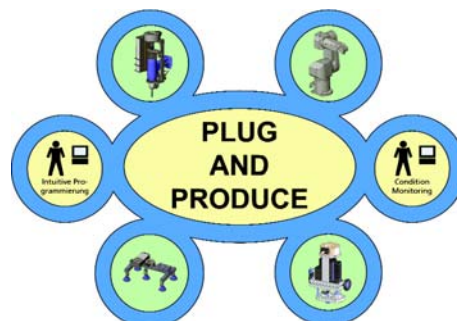


Bild 3 Plug-and-Produce-Komponenten.

Die Control-Architektur des Plug and Produce ermöglicht ein einfaches Anpassen des Produktionssystems an neue Aufgaben durch eine prozessorientierte Programmierung. Erste Funktionalitäten sind dazu am Fraunhofer IPA am Beispiel einer Holzbearbeitungszelle umgesetzt worden. Ziel dieser Entwicklung ist es, die Komponenten einer Zelle so über ihre Funktionalität zu definieren, dass der Roboter beim Aufstecken eines Werkzeugs sofort erkennt, welche Kommandos und Prozesse mit diesem Werkzeug verbunden sind. Damit können Geräte ohne manuellen Konfigurationsaufwand für die entsprechende Anwendung in Roboterzellen integriert werden.

Nach Skizzen Fertigen

Gerade in der Holz- und Blechbearbeitung mit kleinen Stückzahlen, wo der Automatisierungsgrad niedriger ist, sind oft auch die zu bearbeitenden Teile und entsprechende Geometriedaten nicht ausreichend digitalisiert. Um trotzdem exakte Trajektorien von untrainiertem Personal an den Roboter zu übergeben, müssen zusätzliche Techniken zur Datengenerierung in das Robotersystem integriert werden.

Mit Hilfe der Anototechnik werden in der Roboterzelle zum inkrementellen Umformen ohne Gegenform – dem Roboshaping – dimensionierte Handskizzen mit dem digitalen Stift eingelesen, um daraus das Roboterprogramm zu generieren. Durch integrierte Linien- und Kreiserkennung kann selbst ohne CAD-Daten eine exakte Fertigung ermöglicht werden.

Adaptive Kollisionsvermeidung

Die Ansprüche, die durch die kmU-Umgebung an das Robotersystem herangetragen werden, verlangen durch die intuitive Bedienung des Roboters eine



Bild 4 Exakte Bahngenerierung aus Handskizzen mit digitalem Stift.

Nähe zum Werker, wie sie mit den bisherigen Industrierobotern nicht vorgesehen ist. Dabei erfordern anspruchsvolle Tätigkeiten für den Werker in vielen Fällen kooperative Arbeitsplätze, was neue Sicherheitsanforderungen an die Robotersysteme stellt.

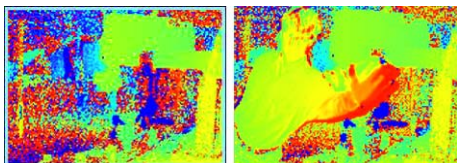


Bild 5 Statische Szene mit Scara-Roboter (links); Eintreten einer Person in den Arbeitsraum des Roboters (rechts).

Zur Arbeitsraumüberwachung entwickelt und testet das Fraunhofer IPA den Einsatz einer Time-of-Flight-Kamera. Mit einer Software-Architektur nach IEC-61508-Norm können in einer Szene zuverlässig bewegliche Objekte detektiert werden, um den Robotereinsatz ohne trennende Schutzgitter zu ermöglichen.

Die vollständige Erfassung der Szene mit Hilfe von 3-D-Daten ermöglicht die Definition dynamischer Sicherheitsbereiche. Durch kontinuierliche Bestimmung der Roboterpose kann so die relative Position eines Menschen zum Roboter in der Zelle jederzeit erkannt und die Control-Strategie des Roboters an die Gegenwart des Menschen in seiner Nähe angepasst werden.

Bewertung der Operator Safety

Designoptimierungen und der Einsatz von Leichtbaumaterialien oder zusätzlichem Schutzequipment an Manipulatoren ermöglichen eine größere Ausnutzung des Potenzials des Roboters bei gleichzeitiger Nicht-Gefährdung des Werkers. Um dies jedoch zu ermöglichen, müssen Abschätzungen der Kollisionsfolgen eines Robotersystems möglich sein.

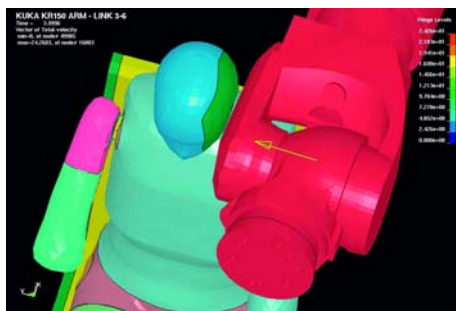


Bild 6 Crash-Simulation in LS-DYNA.

Das Fraunhofer IPA setzt dazu Crash-Analyse-Tools aus dem Automobilbereich ein. Mit Hilfe kommerzieller FEM-Simulations-Tools und Dummy-Modellen zur Analyse auftretender Verletzungswerte können Kollisionen in Roboter-Werker-Szenarien simuliert und ausgewertet werden. Durch Messaufbauten werden diese Simulationen validiert, so dass die Tools aus der Automobil-Industrie für die Robotik angepasst und optimale Crash-Szenarien standardisiert werden können.

Intuitive Programmierung durch Vormachen

Mit Hilfe der direkten Mensch-Roboter-Kooperation lässt sich das Zusammenspiel der Adaptivität des Menschen mit der Präzision des Roboters optimal ausnutzen.



Bild 7 Klebprozesses durch manuelles Führen des Roboters.

Durch manuelles Führen des Roboters mit Kraft-Momenten-Sensoren können Punkte und Bahnen für das Roboterprogramm direkt aufgenommen werden, ohne dass der Werker zusätzliche Programmierkenntnisse erwerben muss. Mit minimalem zeitlichen Aufwand kann so die Roboterbahn durch das am Fraunhofer IPA entwickelte Software-tool »InTeach« aufgenommen und mit Hilfe der graphischen Oberfläche des Tools »InVis« manuell nachbearbeitet werden, um die Bahnen zu glätten und mit Geschwindigkeiten zu überlagern.

Flexibles Greifen

In vielen kmU-Umgebungen wird die Handhabung von Kleinteilen beliebiger Formen vorgenommen. Allerdings verfehlen viele der handelsüblichen Industrie-Manipulatoren diese Aufgabe, da sie für die Großserienproduktion auf spezifische Bauteile abgestimmt wurden. Manipulatoren, z. B. aus dem Bereich der Servicerobotik, erfüllen zwar oft die Anforderung an die Flexibilität, sind aber nicht so robust, wie es in der industriellen Umgebung gefordert ist.

Das Fraunhofer IPA bietet Low-Cost-Mehrfinger-Greifer, die durch objektabhängige Konfiguration der Greiffinger

in der Lage sind, Objekte von variabler Größe und Geometrie zu handhaben. Damit können Rüstzeiten und Engineeringaufwand reduziert und gleichzeitig die Flexibilität erhöht werden.

Projektausblick

Das im 6. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission geförderte Projekt SMERobot™ startete im März 2005, mit einer Projektlaufzeit über 48 Monate bis Februar 2009. Im Versuchsfeld des Fraunhofer IPA werden die aufgeführten Technologien und Projektergebnisse in prototypischen Installationen umgesetzt, um die Vision des SMERobot™ dem kmU-Alltag wieder einen großen Schritt näher zu bringen.

Acknowledgment: This work has been funded by European Comission's Sixth Framework Programme under grant no. 011838 as part of the Integrated Project SMERobot™.



Bild 8 Greiffinger-Konfigurationen zur Aufnahme verschiedener Geometrien.