

KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

Zukunft durch Innovation und Forschung

AWeMa – Adaptive hybride Werkerassistenz in der Schaltschrank-Montage

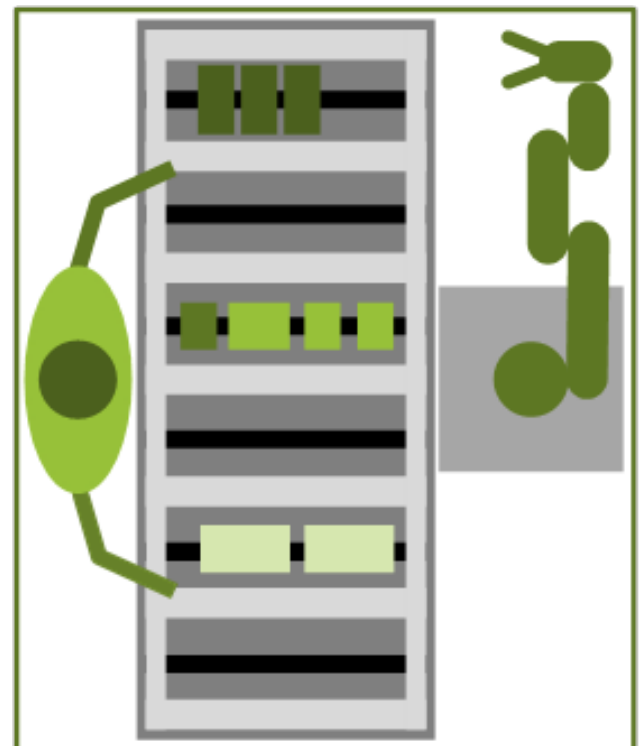
Im Schaltschrankbau sind im Durchschnitt 80 Prozent der anfallenden Kosten dem Prozess zuzuordnen, wobei ca. 50 Prozent der Fertigungszeit für die manuelle Verdrahtung beansprucht wird. Zur Hebung dieses Potenzials wird in diesem Projekt ein Montagesystem entwickelt, welches ein digitales Werkerassistenzsystem mit einem Assistenzroboter kombiniert und so den Werker optimal unterstützt, was zu einer Effizienzsteigerung führt.

Problemstellung

Im Zuge der vierten industriellen Revolution wird der Wertschöpfungsanteil der im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzten Elektronik und Software weiter steigen. Dies führt zu einer Zunahme des Stellenwerts des Schaltschranks in der Wertschöpfungskette. Gerade die fortschreitende Vernetzung der Produktion und der steigende Funktionsumfang bedingen einen Anstieg der Anzahl, Vielfalt und Komplexität der im Schaltschrank verbauten Komponenten und Betriebsmittel. Damit gehen steigende Aufwände im Engineering und in der Fertigung einher. Gleichzeitig fordert der globale Wettbewerb die kontinuierliche Senkung der Kosten, die Möglichkeit der späten Individualisierung, die Verkürzung der Lieferzeit und die Fehlerfreiheit der Produkte. Andererseits ist der Schaltschrankbau in der Regel durch eine personalintensive, überwiegend manuelle Werkstattfertigung gekennzeichnet. Zusätzlich erschweren meist Medienbrüche, verbunden mit mangelndem Einsatz von IT-Systemen, und fehlende Skaleneffekte eine wirtschaftliche Fertigung. Dieses Spannungsfeld stellt Schaltanlagen-Hersteller zukünftig vor große Herausforderungen. Daher gilt es, die Effizienz im Schaltschrankbau zu steigern und die Kosten zu senken. Hier birgt gerade die Verdrahtung als aufwendigster Teilprozess große Einsparpotenziale. Zwar existieren bereits erste Versuchsanlagen, die eine vollautomatisierte Schaltschrankverdrahtung erlauben, jedoch besteht hier angesichts der steigenden Anforderungen weiterhin großer Forschungsbedarf, um gerade für kleinere und mittlere Unternehmen wirtschaftliche Produktionslösungen zu entwickeln. Gerade bei der Montage biegeschlaffer Teile ist eine Vollautomatisierung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten oft nicht sinnvoll. Demgegenüber hängt die Produktivität bei rein manuellen Prozessschritten entscheidend von der Arbeitsleistung des Montagepersonals ab. Steigende Varianz und Komplexität führen zu einer Zunahme der durch den Werker zu verarbeitenden Informationen. Hier bietet der Einsatz von geeigneten Assistenzsystemen die Möglichkeit, das Potenzial des Menschen optimal auszuschöpfen.

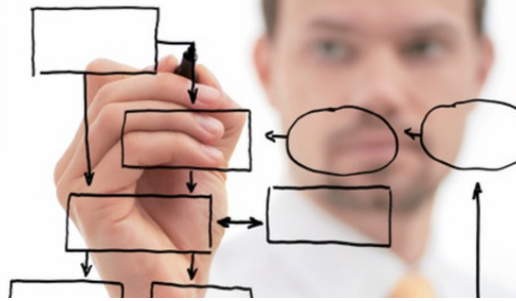
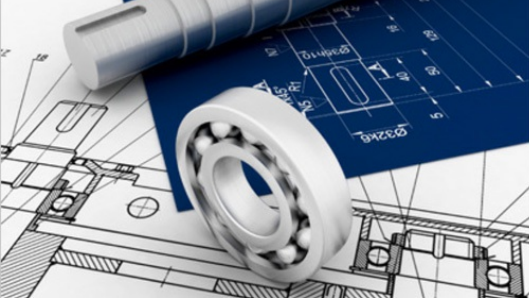
Zum einen können durch den Einsatz von Assistenzrobotern die sensorischen und kognitiven Fähigkeiten sowie die Lernfähigkeit und Flexibilität eines Menschen mit den Fertigkeiten eines technischen Systems wie Geschwindigkeit, Präzision, Zuverlässigkeit und Kraft kombiniert werden. Dadurch kann eine

höhere Produktivität als bei ausschließlich manueller oder vollautomatischer Montage erreicht werden. Zum anderen erlauben digitale Assistenzsysteme werkerrelevante Montageinformationen auftragspezifisch zu übermitteln.



Zielsetzung

Dieses Forschungsprojekt verfolgt die Zielsetzung, ein hochflexibles Montagesystem für die Schaltschrankverdrahtung zu entwickeln und aufzubauen, welches durch den Einsatz eines digitalen Werkerassistenzsystems, ggf. in Kombination mit einem Assistenzroboter, den Werker optimal unterstützt und die Effizienz, Produktivität und Qualität steigert.



Dabei sollen der technische und digitale Unterstützungsgrad und die Aufgabenverteilung zwischen Werker und Assistenzroboter dynamisch an Marktbedürfnisse, die tages- und altersabhängige Form, den Beeinträchtigungsgrad oder den Ausbildungsstand des Werkers angepasst werden können. Da sich die Arbeitsbereiche von Mensch und Roboter überschneiden und gleichzeitiges Arbeiten ermöglicht werden soll, sind ein normkonformes Sicherheits- und ein intuitives Interaktionskonzept zu entwickeln. Der hierfür notwendige Informationsfluss soll auf Basis eines digitalen Assistenzsystems erfolgen, welches zusätzlich den Werker bei seinen Tätigkeiten unterstützt und prozessrelevante Informationen zur Verfügung stellt. Ausgehend vom digitalen Prototyp des Schaltschranks soll ein intelligentes Steuerungssystem in der Lage sein, die Prozesseinstellungen entsprechend anpassen zu können.

Das Montagesystem soll unter Zuhilfenahme eines virtuellen Modells am Rechner entwickelt, getestet und optimiert werden. Abschließend soll ein Hardwaredemonstrator aufgebaut werden, um die Simulationsergebnisse zu validieren, das Unterstützungspotenzial zu untersuchen und die Nutzerakzeptanz zu testen.

Ein Beispiel für eine mögliche Ausprägung ist das vollautomatische Konfektionieren und Verbinden des Leiters mit den Kontaktstellen durch den Assistenzroboter. Das Verlegen im Kabelkanal wird in diesem Fall vom Werker übernommen, während ihm über das digitale Werkerinformationssystem z. B. der optimale Verlegeweg und die Roboterbewegungen mitgeteilt werden.

Vorgehensweise

AP 1: Identifikation und Analyse der branchenspezifischen Montageaufgaben im Schaltschrankbau mit Fokus auf die Verdrahtung

Eine umfassende Analyse der Schaltschrank-Montage in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern dient als Grundlage. Kernbestandteile stellen die Analyse des Prozesses, der Komponenten und der eingesetzten Verbindungstechnik dar.

AP 2: Ableitung des Handlungsbedarfs und Definition der Anforderungen

Auf Basis der Analyseergebnisse und des aktuellen Stands der Technik werden im Anschluss die Handlungsbedarfe zur Entwicklung einer adaptiven hybriden Werkerassistenz abgeleitet. In Abstimmung mit den Projektpartnern werden die an das Montagesystem gestellten Anforderungen ermittelt und priorisiert.

AP 3: Festlegen des zu verwendenden Informationsmodells

Um allen Stakeholdern des Prozesses die jeweils benötigten Informationen und Daten eindeutig und verständlich zur Verfügung zu stellen, sind nach Rücksprache mit den Projektpartnern die Standards zur Informationsmodellierung festzulegen. Damit auf eine stets aktuelle Datenbasis zurückgegriffen wer-

den kann, ist die digitale Produktbeschreibung so zu konzipieren, dass diese, ausgehend vom virtuellen dreidimensionalen Prototypen, welcher den herzustellenden Schaltschrank detailliert beschreibt, entsprechend den Fertigungseinflüssen abgeändert werden kann.

AP 4: Konzeptionierung der digitalen Werkerassistenz

Auf Basis der definierten Anforderungen sind die erforderlichen Eigenschaften des digitalen Werkerassistenzsystems festzulegen. Anschließend sollen relevante Medien zur Informationsbereitstellung identifiziert, bewertet und die für den vorliegenden Anwendungsfall geeignetsten ausgewählt werden. Das System soll so konzipiert werden, dass die Werkerinformationen abhängig vom gewählten Unterstützungsgrad und unter Berücksichtigung der Prozess- und Roboterdaten in Echtzeit automatisiert aus der digitalen Produktbeschreibung erstellt werden können. Bei der Bereitstellung der Informationen ist auf eine möglichst intuitive Interaktion mit dem Roboter und eine Minimierung der kognitiven Beanspruchung des Menschen zu achten.

AP 5: Entwicklung des Assistenzrobotersystems

Auf Basis der zu erledigenden Arbeitspakete und der festgehaltenen Anforderungen ist ein Anlagenlayout zu entwerfen und das Montagesystem ist zu konfigurieren. Dies beinhaltet die Auswahl eines geeigneten Assistenzroboters, passender Endeffektoren sowie Prozess- und Sicherheitsperipherie. Die nicht verfügbaren Teilsysteme sollen neu entwickelt werden.

Der Assistenzroboter soll in der Lage sein, die ihm zugeteilten Aufgaben auf Grundlage der Datenbasis und der Sensordaten selbstständig auszuführen. Zusätzlich zur Delegation bereits bekannter Aufgaben soll der Werker die Möglichkeit besitzen, neue Roboterfunktionen schnell und einfach hinzuzufügen.

AP 6: Aufbau eines Technologiedemonstrators

Der Entwurf des Montagesystems erfolgt rechnergestützt. Auf Basis des bereits simulativ getesteten und voroptimierten Systems wird abschließend ein Hardwaredemonstrator aufgebaut, anhand dessen der Ansatz in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern validiert werden soll. Darüber hinaus soll der Demonstrator die Nutzerakzeptanz steigern und zur Mitarbeiterqualifikation eingesetzt werden können.

Ergebnisse / Nutzen

Um die eingangs geschilderten Herausforderungen bewältigen zu können, werden adaptive Systeme benötigt, die flexibel auf die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Werker angepasst werden können. Die aktuell verfügbaren Assistenzroboter und digitalen Assistenzsysteme bieten die Möglichkeit, wirtschaftliche teilautomatisierte Lösungen zu entwickeln, in denen Werker und Technik kooperieren und so deren Potenziale optimal ausgeschöpft werden können.



Das entwickelte wandlungsfähige Montagesystem bietet vor allem kleinen und mittleren Unternehmen mit branchenspezifischen Modifikationen auch außerhalb der Schaltschrankfertigung die Möglichkeit, schnell auf variierende Stückzahlen zu reagieren bei einer gleichzeitigen Minimierung der Investitionsrisiken. So besteht die Möglichkeit, zunächst auf den Einsatz eines Assistenzroboters zu verzichten und diesen, bei Bedarf, nachträglich zu integrieren.

Durch die Effizienzsteigerung in der Fertigung in Kombination mit einer Senkung der Kosten sind die Hersteller in der Lage, ihre Produkte in Losgröße 1 zu den Kosten eines Serienproduktes anzubieten. Damit können sie sich im globalen Wettbewerb gegenüber der Konkurrenz behaupten und profitieren sogar von der zunehmenden Dynamik des Marktes.

Forschungspartner

Herr Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Projektpartner

Bei Interesse an diesem Projekt nehmen Sie bitte Kontakt mit Herrn Dr. Liedl auf (Kontaktdaten s. unten!).