

BILDVERARBEITUNG UND ROBOTIK IM EINKLANG

Sind Robotik und Bildverarbeitungssystem ideal aufeinander abgestimmt, lassen sich selbst 0,5 Millimeter schmale Kontaktstifte automatisiert in Isolatoren einsetzen, ohne diese hierbei zu beschädigen. Doch wie bekommt man dieses Miteinander hin? Die Robotec Solutions AG aus dem schweizerischen Seon weiss genau, wie das geht.

Von Markus Back (Text) und Damian Byland (Fotos)

Ein Blick in die Referenzen macht eines schnell deutlich – hier versteht jemand seine Arbeit! Gilt es komplexe Tätigkeiten effizient zu automatisieren, schenkt das Who is Who der Schweizer Industrie dem Aargauer Automatisierer sein Vertrauen. Oerlikon, Nestlé oder Lindt & Sprüngli zählen ebenso zu den zufriedenen Kunden wie Omega, Sulzer oder Roche, um nur einige wenige zu nennen.

Weil glückliche Anwender wiederkehren, erhält Robotec Solutions regelmässig Folgeaufträge, wie beispielsweise von Fischer Connectors aus Saint-Prex. Die Waadtländer gelten als Erfinder hochwertig abgedichteter Rundsteckverbinder und gewährleisten so unter anderem sichere, elektrische Verbindungen im rauen Umfeld. Um der steigenden Nachfrage zu begegnen, orderte der Steckverbinderhersteller Anfang 2022 zwei weitere Montageautomaten. Deren Aufgabe: bis zu 0,5 Millimeter schmale Kontaktstifte fehlerfrei in Isolatoren zu pressen. Um ein breiteres Spektrum abdecken und anspruchsvollere Steckervarianten assemblieren zu können, sollen diese ausserdem in der

Lage sein, verschiedene Stiftdurchmesser in den gleichen Kontaktblock einzusetzen. Die bisher ausgelieferten Systeme können das nicht.

Präzision kompensiert taktiles Feingefühl

Was zunächst nach keiner besonderen Herausforderung klingt, zeigt sich bei näherer Betrachtung als eine mechanische Knacknuss von höchster Schwierigkeit. Wieso das so ist, weiss Reto Brumann (Bild rechts), Verantwortlicher fürs Engineering der Steuerungen bei Robotec Solutions: «Wenn ein Mensch einen Kontaktstift in einen Isolator einsetzen soll, sieht er, was er macht. Passt oder geht etwas nicht, spürt er das ausserdem sofort über den Widerstand in seinen Fingern. Dem Roboter fehlt dieses Feingefühl.»

Diese menschliche Gabe, auf taktile Reize zu reagieren, muss der Roboter deshalb kompensieren. Das tut er, indem er die Kontaktlöcher präziser anfährt, als es ein Mensch jemals könnte. Mit einer Wiederholgenauigkeit von knapp zwei hundertstel Millimetern bringt er alle sieben Sekunden einen Kontaktstift in Position. «Schneller geht es aktuell nicht», sagt Reto Bru-





mann, was er so erklärt: «Eine höhere Dynamik führt zu Schwingungen, was zu Lasten der Genauigkeit geht.»

Räumliches Koordinatensystem garantiert präzises Arbeiten

Woher weiss aber der Roboter, wo genau er den Kontaktstift platzieren muss? Zwar ist ihm das Lochbild des Isolators bekannt, aber wo und mit welcher Ausrichtung die Bohrung im Raum liegt, in die er den Kontaktstift einsetzen soll, weiss er nicht. Ihm fehlen ja die Augen, die ihm den exakten Weg weisen könnten! Daher übernehmen für ihn im Montageautomaten mehrere Visionkameras die Aufgabe des Sehens.

Die hohe Kunst ist es hierbei, die insgesamt neun Bildverarbeitungssysteme und die drei Roboter in Einklang zu bringen. Schielt nämlich eine der Kameras, übermittelt diese dem Roboter falsche Positionsdaten. Diese fährt er zwar mit einer Genauigkeit von zwei hundertstel Millimetern an, wenn sich aber an dieser Stelle keine Bohrung für den Kontaktstift befindet, setzt

«Ein Mensch spürt über den Widerstand in seinen Fingern, wenn etwas nicht stimmt.»

Reto Brumann, Leiter Engineering Steuerungen, über das Problem des fehlenden taktilen Feingefühls von Robotern

der Greifer den Kontaktstift auf Grund und verbiegt diesen hierbei. Das Bauteil ist dann Ausschuss.

Daher müssen alle Systeme zunächst kalibriert, umgangssprachlich auch abgenullt, werden. Dazu werden alle Positionen, welche die Roboter anfahren können, in einem Koordinatensystem hinterlegt und deren Nullpunkte über sämtliche Teilsysteme der Anlage abgeglichen. Misst nun beispielsweise eine Visionkamera die Position der Bohrung im Isolator aus, stimmt diese absolut exakt mit der im Roboter hinterlegten Nullposition überein. Ermittelt die Kamera beim Ausmessen der Bohrung eine Abweichung von 0,3 Millimeter zur x-Achse, teilt sie das dem Roboter mit. Dieser weiss anhand des Kamerasignals, dass er seine Position in der x-Achse ebenfalls um 0,3 Millimeter korrigieren muss, um den Kontaktstift beim Einsetzen nicht zu beschädigen.

Verteilte Logik entlastet Steuerung

Die eingesetzten Visionskameras sind technisch so ausgereift, dass diese sogar Verschmutzungen in den schmalen Bohrungen erkennen können. Ist eine solche identifiziert, fährt die Linearachse, auf welcher der Isolator fixiert ist, unter eine Ausblasstation und positioniert diesen anschliessend neu. Selbst einen schräg eingelegten Isolator, der beim Einsetzen des Kontaktstiftes ebenfalls zu Problemen führen könnte, erkennt das Bildverarbeitungssystem. Die Bohrung ist in einem solchen Falle nicht rund, sondern hat die Form einer Ellipse. Das genügt, um den Isolator auszuschleusen und mit dem nächsten weiter zu machen.


Damit die Vielzahl an zu verarbeitenden Daten die Steuerung nicht an den Anschlag bringt, haben Reto Brumann und sein Team die Logik auf diverse Untersysteme verteilt. «Das HMI und die Reihenfolge der Assemblierung laufen auf einer SPS. Kommt nun ein neuer Auftrag, sendet diese alle relevanten Parameter an die Subsysteme. Dadurch weiss zum Beispiel der Roboter, was gefertigt wird und lädt die benötigten Informationen eigenständig aus der Datenbank, um die entsprechenden Bewegungen ausführen zu können.» Dieser Ansatz bewahrt den Prozessor nicht nur vor Überhitzung, sondern ist auch ein Beschleuniger für die Entwicklung, da sich die Arbeit aufteilen lässt. Ein Ingenieur kann sich so ausschliesslich um die Programmierung der SPS kümmern, ein anderer um die der Roboter und der nächste wiederum um die der Bildverarbeitung. Apropos Beschleunigung: Im Vision Labor prüfen die Experten von Robotec Solutions vorab, ob sich die Ideen wie gedacht umsetzen lassen. «Dabei arbeiten wir eine Liste ab und können, wenn die Montage einen gewissen Stand erreicht hat, bereits mit den ersten Tests beginnen», so Reto Brumann. Dieser Ansatz vermeidet Fehler und beschleunigt die Inbetriebnahme.

Assemblierung neuer Steckertypen

Obwohl der Montageautomat laut Geschäftsführer Nick Koch eine der komplexesten Anlagen ist, welche Robotec Solutions jemals entwickelte und baute, ist sie in der Bedienung sehr einfach gehalten. Das beginnt bereits bei der beschriebenen Kalibrierung des Automaten. Obwohl dieser dereinst mehrere hundert Steckertypen assemblieren soll, hat der Anlagenbediener mit dieser nichts zu tun. Alle Koordinaten, die für einen neuen Auftrag eingegeben werden, beziehen sich auf die in der Maschinen-DNA hinterlegten Nullpunkte.

Ist ein neuer Steckertyp einzulernen, führt eine Anleitung den Einrichter schrittweise durch den Prozess. Dafür muss er je nach Polzahl bis zu 50 Parameter im Programm hinterlegen und im Bildverarbeitungssystem bisher nicht verarbeitete Durchmesser von Kontaktstiften einlernen. «Dafür braucht es keinen Dokortitel», versichert Reto Brumann, «aber die Bedeutung der einzelnen Parameter sollte der Anlageneinrichter schon verstanden haben.» In dessen Tätigkeitsbereich fällt es auch, die diversen Greifer, die fürs Assemblieren eines Steckers benötigt werden, in den Prozess zu integrieren. Variieren die Durchmesser der Kontaktstifte für einen Auftrag zu sehr, wechselt der Roboter automatisch den Greifer.

Damit der Maschinenbediener beim Einrichten eines Auftrags nicht versehentlich den falschen Greifer einsetzt, verfügt jeder einzelne über einen QR-Code. Diesen muss er für eine Plausibilitätsprüfung zunächst einscannen. Stimmt der QR-Code nicht mit den im Programm hinterlegten Angaben überein, gibt es eine Fehlermeldung.

Während der Fertigung sorgen RGB-Lichter, mit denen die Zuführungen unterlegt sind, für zusätzliche Prozesssicherheit. Auf einem blauen Untergrund kann das Bildverarbeitungssystem die Isolatoren und Kontakte, die es auswertet, am besten erkennen. Ausserdem signalisieren die Farben dem Anlagenbediener, ob er eingreifen muss. Ist alles okay, leuchtet die Zuführung grün, findet der Greifer zum Beispiel kein Bauteil, leuchtet dieser rot. Doch letztgenannte Farbe, sind sich Reto Brumann und Nick Koch sicher, wird nur selten leuchten. 

Robotec Solutions AG | www.robotec-ag.com



Funktionsweise Montageautomat

Die Anlage verfügt über mehrere Zuführungen für die unbestückten Isolatoren sowie der verschiedenen Kontaktstifte. Von der ersten Zuführung entnimmt ein Sechssachsen-Knickarm-Roboter kamerageführt einen Isolator und platziert diesen in einer auf einem Lineartisch montierten Halterung. Eine zweite Kamera kontrolliert dessen Positionierung, da dies für die weitere Bearbeitung entscheidend ist.

Derweil entnimmt ebenfalls kamerabasiert ein zweiter Sechssachsen-Knickarm-Roboter von der zweiten Zuführung einen Kontakt. Dies erfolgt der Assemblierungsreihenfolge entsprechend, weshalb eine weitere Vision-Kamera zunächst prüft, ob der Kontaktstift den korrekten Dimensionen entspricht. Eine dritte Kamera misst dessen Ausrichtung, da der Winkel für die korrekte Montage im Isolator entscheidend ist.

Ein SCARA-Roboter übernimmt den Kontakt und macht sich bereit, diesen im Isolator einzusetzen. Davor fährt die Linearachse den Isolator unter eine Kamera, die das Loch ausmisst, in das der Kontakt eingesetzt werden soll. Stimmen der Stift- und der Lochdurchmesser überein, setzt der wartende Roboter den Kontakt absolut präzise und spielfrei ein. Danach fährt der Isolator mit dem eingesetzten Kontakt unter eine Presse, wo dieser kraftüberwacht eingepresst wird. Abschliessend kontrolliert eine Vision-Kamera die Winkelausrichtung des Stifts und überprüft ausserdem, ob dieser während des Einpressvorgangs verbogen wurde.