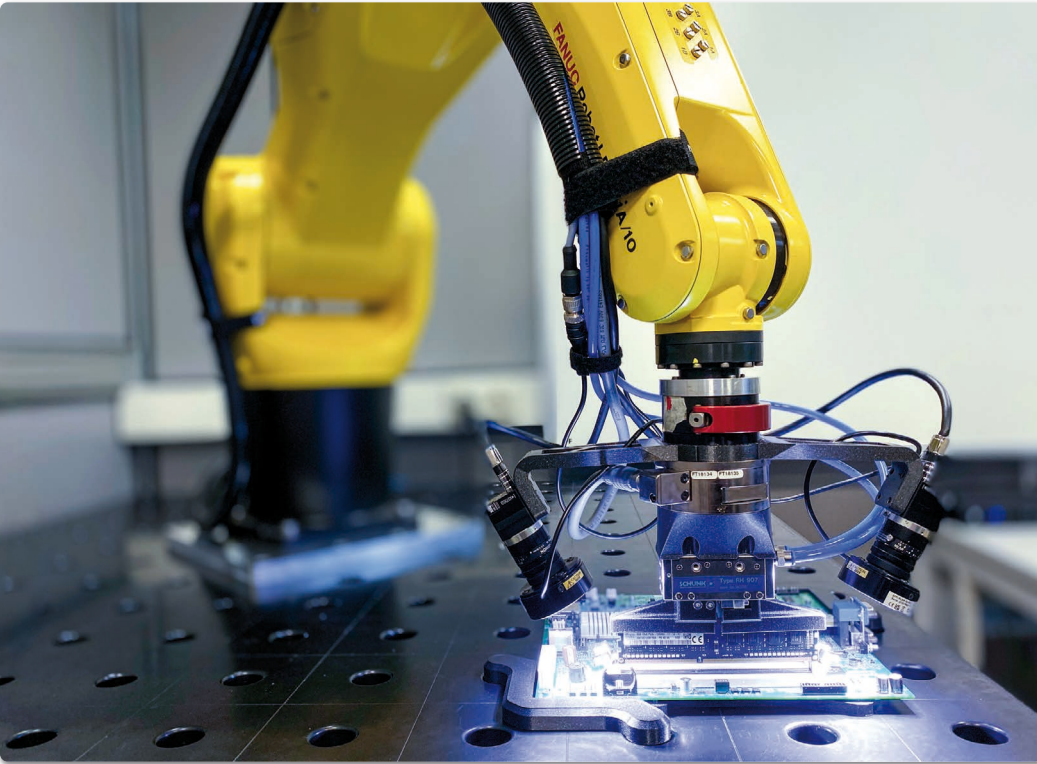


Vom Sehen zum Verstehen:

Wie KI die Robotervision erweitert



Die Einführung von Kameras verleiht Robotern einen menschenähnlichen Sehsinn und erweitert die Möglichkeiten industrieller Automatisierung.

Aktuell revolutioniert künstliche Intelligenz die Bildverarbeitung für Roboter. Mithilfe neuronaler Netze bilden KI-gesteuerte Vision-Systeme-Modelle von Aufgaben und entdecken eigenständig die visuellen Merkmale, die für deren Ausführung erforderlich sind. Diese Fortschritte bieten wesentliche Vorteile in der Automatisierung.

Die Einführung der Bildverarbeitung hat die Produktivität von Robotern erheblich gesteigert. Vision-Systeme ahmen mit Kameras, Sensoren und Algorithmen das menschliche Sehvermögen nach, sodass Roboter ihre Umgebung wahrnehmen und auf dieser Grundlage präzise handeln können. Mit ihrer Präzision ermöglichen Vision-Systeme heute bereits das Prüfen, Identifizieren, Zählen, Messen und das Lesen von Barcodes sowie das Steuern von Robotern. Dadurch verbessern sie die Produktivität, Effizienz und Genauigkeit in produzierenden Branchen.

*Autor:
Maximilian Mutschler
Vice President Sales
Micropsi Industries
www.micropsi-industries.com*

Potenziale und Grenzen bildbasierter Steuerungssysteme

Eine Form der Vision-Technologie bilden bildbasierte Steuerungssysteme, die zur Steuerung von Robotern in dynamischen Umgebungen eingesetzt werden. Ein typischer Aufbau für diese Art von Technologie ist ein Roboterarm, der mit einer oder mehreren Kameras ausgestattet ist. Diese dienen als Sensoren, die ein sekundäres Feedbacksignal an die native Robotersteuerung liefern. Auf diese Weise kann der Roboter eine variable Zielposition präziser anfahren, Objekte präziser lokalisieren und manipulieren. Das ist entscheidend für Anwendungen wie das Platzen oder Fügen von kleinen Komponenten, bspw. in der Elektronikmontage.

Herkömmliche Vision-Systeme zur Steuerung, die auf 2D- oder 3D-Kameras basieren, haben die Einsatzmöglichkeiten in der Robotik deutlich erweitert. Dennoch stoßen auch diese Systeme an ihre Grenzen. Um diese Herausforderungen vollständig zu verstehen, ist es hilfreich, zu betrachten, wie herkömmliche Vision Systeme funktionierten.

Ein grundlegender 2D-Ansatz ist der naive Musterabgleich, bei dem jedes Bildpixel mit einem vordefinierten Muster verglichen wird. Fortgeschrittenere Methoden nutzen Filter, um

Bildmerkmale hervorzuheben, wodurch die Positionsbestimmung rotations- und maßstabsunabhängig wird. 3D-Probleme verwenden Punktwolken, die von Stereosystemen oder Time-of-Flight-Kameras erzeugt werden, die Infrarotlicht aussenden und dessen Reflexionszeit messen.

Sogar die einfacheren 2D-Technologien nutzen dabei strukturiertes Licht, was sie anfällig für Helligkeits- und Farbveränderungen macht. Komplexitätsreduktion erfolgt oft durch das Ignorieren von Farben oder Verwenden eines stabilen Reflexionspunktes. Herausforderungen wie Sonnenlicht, Kontrastwechsel, extreme Blickwinkel oder unerwartete Objekte im Bild erschweren die Zielidentifizierung. Gezieltes Verdecken von Informationen ist nötig, um die Systeme vor Ablenkungen zu schützen, was umfangreiches Ingenieurwissen und Modifikationen des Arbeitsbereichs erfordert. Dies macht die Automatisierung in dynamischen Fabrikumgebungen oft schwierig und teuer, weshalb komplexe Aufgaben häufig von Menschen übernommen werden.

Ein sinnvollerer Ansatz wäre es, Systeme mit Algorithmen einzusetzen, die auf ähnliche Weise wie Menschen analysieren. Menschen berücksichtigen intuitiv alle auffälligen Informationen – wie Farben, Formen, Helligkeit und Reflexionen – und wissen, welche Informationen ignoriert werden können, wenn sie für das angestrebte Ziel irrelevant sind. Hier kommt KI ins Spiel.

KI-gestützte Vision-Systeme für die Steuerung

Die Integration von künstlicher Intelligenz, insbesondere des Deep Learnings, in Vision Systeme, verbessert deren Fähigkeiten deutlich. Die Stärke des Deep Learnings liegt in der Nutzung künstlicher neuronaler Netze. Diese Netze sind Algorithmen, die der biologischen Struktur des menschlichen Gehirns nachempfunden sind und Mustererkennung, Gruppierung sowie Klassifizierung von Objekten in Bildern ermöglichen.

KI-gesteuerte Vision-Systeme analysieren visuelle Daten und nutzen diese neuronalen Netze, um über die Eingabedaten hinaus zu extrapolieren. Das bedeutet, sie können visuelle Eingabedaten als Input verwenden, um Verallgemeinerungen und Gemeinsamkeiten zu identifizieren. Dadurch sind sie in der Lage, nach nur wenigen Beispielen angemessene Reaktionen auf neue Szenarien abzuleiten. Anstatt sich auf vordefinierte visuelle Merkmale oder die exakte Nachbildung von Szenarien zu verlassen, ermöglicht KI-gesteuertes Sehen anpassungsfähige Roboter, die auch in dynamischen Umgebungen mit wechselnden Lichtverhältnissen arbeiten

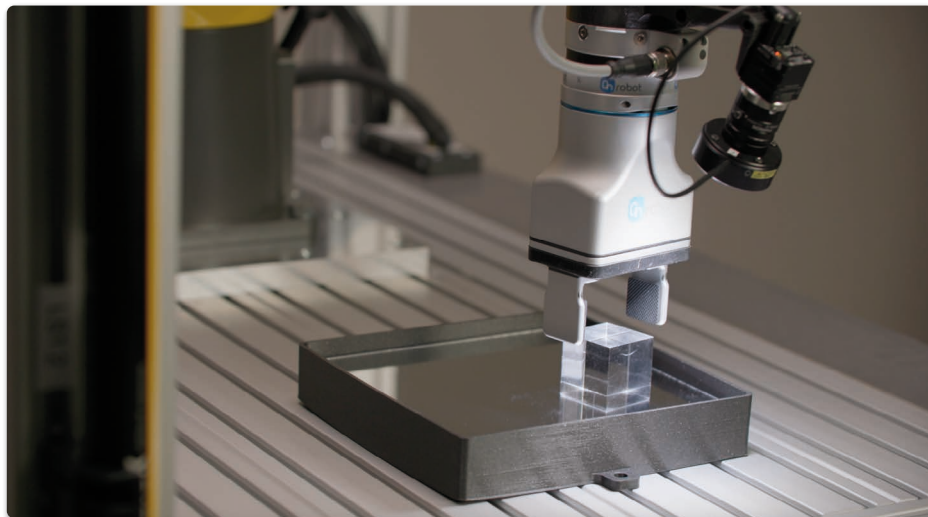
können. Zu den weiteren Vorteilen dieser Systeme gehören:

- **Bewegungen in Echtzeit**
KI-basierte Vision-Systeme verfügen über die nötige Rechenleistung, um Daten schnell zu verarbeiten und zu analysieren. Dies ermöglicht es ihnen, Entscheidungen in Echtzeit zu treffen und kontinuierliche Bewegungskorrekturen des Roboters vorzunehmen.
- **vereinfachte Inbetriebnahme**
User können die Systeme durch einfache Handbewegungen trainieren, was einen hohen Entwicklungsaufwand und die Notwendigkeit, den Arbeitsbereich zu modifizieren, eliminiert.
- **Kosteneffizienz**
Flexibilität, geringere Arbeitskosten, gesteigerte Sicherheit im Produktionsprozess und höhere Qualität durch den Einsatz KI-basierter Visionssysteme führen langfristig zu einer Kostenreduktion.

Wie ein KI-basiertes Vision System in Betrieb genommen wird

KI-basierte Vision Systeme wie MIRAI von Micropsi Industries lernen durch Training. In der Trainingsphase macht der User das System mit der gewünschten Bewegung und den Varianzen, die währenddessen auftreten können, vertraut. Kameras am Roboterarm nehmen die Szene auf und die aufgezeichneten Bilder werden in Daten umgewandelt und an eine Computing-Cloud übertragen. Dort trainiert ein Lernalgorithmus ein mathematisches Modell zur Anleitung des Roboters.

Anders als herkömmliche Systeme benötigen Vision-Systeme wie MIRAI keine CAD-Daten



Im Gegensatz zu herkömmlichen Vision-Systemen gelingt KI-basierten Lösungen der robuste Umgang mit Transparenz, Reflexionen und Glanzlichtern.

oder 3D-Kameras. Sie lernen während des Trainings, wie sie in bestimmten Situationen reagieren sollen. Die KI identifiziert relevante visuelle Merkmale und entwickelt auf den Trainingsdaten basierende Lösungen. Während der Ausführung einer Aufgabe vergleicht das System das Live-Szenario nicht mit einer starren 2D- oder 3D-Vorlage. Es sucht selbst die definierten Merkmale und erkennt das Ziel, z.B. ein Werkteil, auch aus neuen Blickwinkeln, solange es ähnlich genug zu den Trainingsdaten aussieht.

KI-basierte Vision Systeme ergänzen die bestehende Steuerung eines Roboters. Bei der Ausführung einer Anwendung übernimmt die native Steuerung des Roboters die programmierbaren Bewegungen, während die KI-Steuerung bei den Abschnitten mit unvorhersehbaren Varianzen übernimmt.

Einsatzbereiche KI-basierter Vision-Systeme

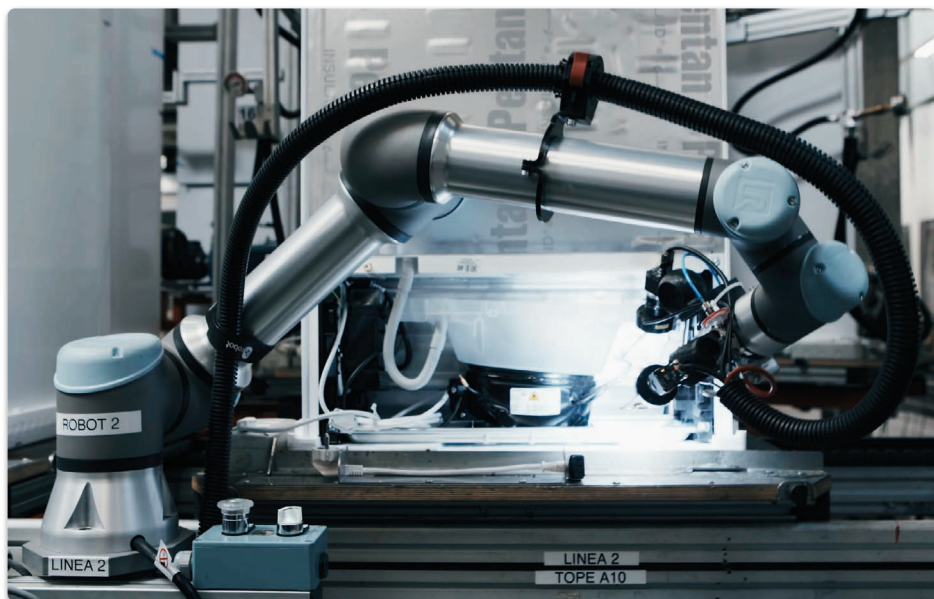
Roboter, die von KI-basierten Vision-Systemen gesteuert werden, sind vielseitig einsetzbar für komplexe Aufgaben wie Kabelstecken, Leckageprüfung, Gestellbestückung und Verschrauben. Diese Einsatzbereiche zeichnen sich durch eine Vielzahl von unvorhersehbaren Varianzen aus.

Bei der Leckageprüfung werden bspw. die Rohre auf der Hinterseite eines Kühlschranks, durch die Kühlgas fließt, auf ihre Dichtheit überprüft. Das Besondere sind die zahlreichen Varianzquellen, die in diesem Prozess auftreten: Die Materialzusammensetzung der Rohre kann variieren und ihnen ein abweichendes Aussehen verleihen. Rohre können verlötet sind, wodurch glänzende „Tropfen“. Einige Rohre wurden möglicherweise manuell geklemmt, wobei sich die zugedruckten Rohre in verschiedene Richtungen biegen.

Um mit der Leckageprüfung zu beginnen, muss ein Roboter eine Prüfsonde in der Nähe einer Lötstelle oder der Stelle, an der es verschlossen wurde, positionieren. Die genaue Position des Rohres ist im Voraus nicht bekannt, ebenso nicht die Position der Lötstellen. Dazu unterscheidet sich der Hintergrund oft zwischen den Prüfepisoden. Auch die Lichtbedingungen können sich unterscheiden und Reflexionen und Spiegelungen aufweisen. Für ein herkömmliches System insgesamt eine nicht lösbare Aufgabe.

Fazit

KI erweitert die Fähigkeiten des Roboters nicht nur um die Wahrnehmung seiner Umgebung, sondern ermöglicht ihm auch, sie zu verstehen und sich an verändernde Bedingungen anzupassen. So kann er mit Varianzen in Position, Form, Farbe, Beleuchtung und Hintergrund umgehen und Aufgaben wie die Leckageprüfung bewältigen, die sonst als zu komplex für eine Automatisierung gelten. ◀



Dank KI-basierter Vision Systeme können User dem Roboter Varianz ganz einfach zeigen – beispielsweise unterschiedlich aussehende Rohre in der Leckageprüfung