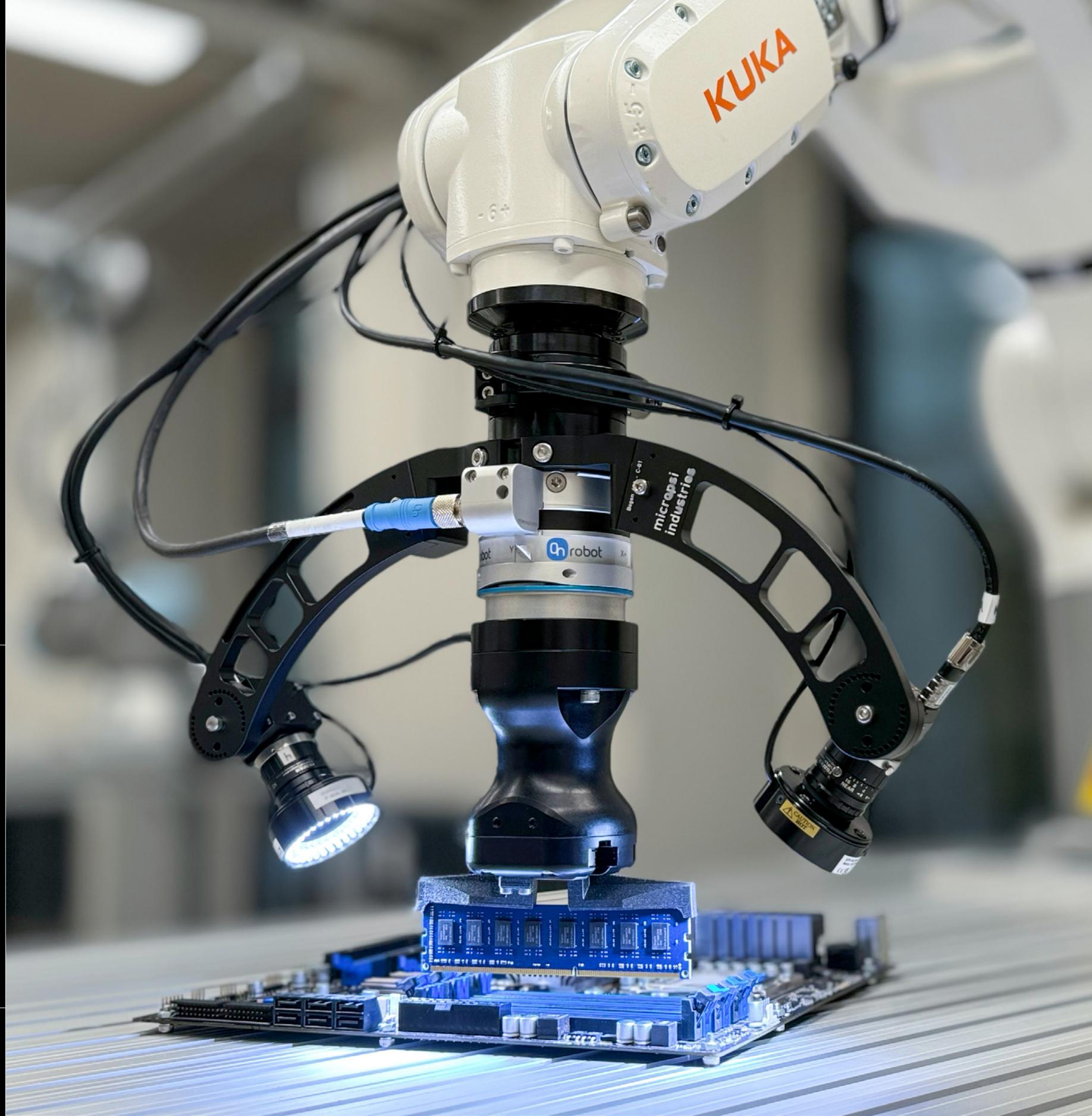


# KI in der Bildverarbeitung: Neue Möglichkeiten für die Automatisierung

Herkömmliche Vision Systeme für Roboter stoßen in komplexen Fabrikumgebungen an ihre Grenzen. Der Grund: Sie sind von vordefinierten Mustern abhängig und reagieren empfindlich auf visuelle Varianz und Veränderungen in der Beleuchtung. Neue, auf künstlicher Intelligenz (KI) basierende Vision Systeme führen zu einer Revolution in der industriellen Automatisierung. Sie sind in der Lage, selbstständig die visuellen Merkmale zu identifizieren, die für die Ausführung spezifischer Aufgaben erforderlich sind. Dabei können sie Varianzen in Form, Position, Farbe und Beleuchtung bewältigen. Diese Fortschritte bieten wesentliche Vorteile in der Automatisierung.



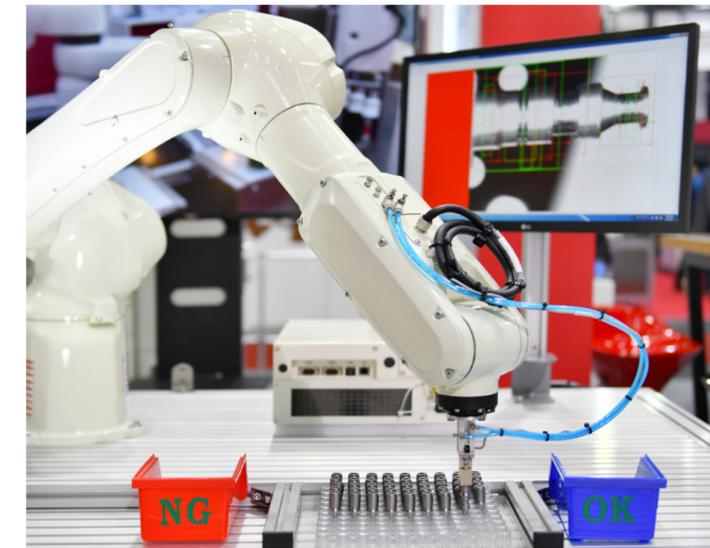
# Inhalt

Vision Systeme in der industriellen Automatisierung	3
Potenzial und Grenzen von Vision Systemen für die Steuerung	4
KI-gestützte Vision Systeme für die Steuerung	5
Herkömmliche Vision Systeme vs. KI-gesteuerte Vision Systeme	6
Das Vision System MIRAI	7
Fazit	8

# Vision Systeme in der industriellen Automatisierung

Die Automatisierung mit Industrierobotern hat die Effizienz und Produktivität im Fertigungssektor erheblich gesteigert. Moderne Industrieroboter sind in der Lage, Bewegungen mit Submillimeterpräzision auszuführen, insbesondere wenn sie zu genau definierten Zielen im Raum navigieren. Sie ermöglichen eine fehlerfreie Bahnplanung, die für Geschwindigkeit, Abstand, Verschleiß und Präzision bei repetitiven und arbeitsintensiven Aufgaben wie Montage, Schweißen, Lackieren, Materialhandling und Verpackung optimiert ist.

Die Einführung der Bildverarbeitung hat die Fertigung mit Robotern revolutioniert. Diese fortschrittlichen Vision Systeme setzen Kameras, Sensoren und Algorithmen ein, um Bilder zu erfassen und zu verarbeiten. Bildverarbeitungssysteme imitieren das menschliche Sehvermögen, so dass Roboter ihre Umgebung wahrnehmen und darauf basierend präzise agieren können. Mit ihrer Präzision ermöglichen Vision Systeme das effiziente Prüfen, Identifizieren, Zählen, Messen, das Lesen von Barcodes und das Steuern von Robotern. Dadurch verbessern sie die Produktivität, Effizienz und Genauigkeit der Fertigung in produzierenden Branchen.



Vision Systeme ermöglichen es einem Roboter, den Arbeitsbereich zu „sehen“. So kann er Teile identifizieren, prüfen, messen und manipulieren.

# Potenzial und Grenzen von Vision Systemen für die Steuerung

Eine Form der Vision-Technologie bilden bildbasierte Steuerungssysteme, die zur Steuerung von Robotern in dynamischen Umgebungen eingesetzt werden. Ein typischer Aufbau 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. Durch die Kombination von Kameraeingabe und Software ermöglichen es diese Vision Systeme Robotern, Objekte präzise zu lokalisieren und zu manipulieren. Dies ist entscheidend für Anwendungen wie das Platzieren von Komponenten in der Elektronikmontage oder das präzise Schneiden in der Metallverarbeitung. Im Vergleich zur manuellen Ausführung bieten diese Systeme gesteigerte Genauigkeit, Effizienz, Skalierbarkeit, Sicherheit und Kostenreduzierung.

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. So haben es Roboter, die mit 2D- oder 3D-Kameras gesteuert werden, schwer, sich in dynamischen Fabrikumgebungen, bei schlechter Beleuchtung oder mit kontrastarmen Objekten zurechtzufinden. Um diese Herausforderungen vollständig zu verstehen, ist es hilfreich, zu betrachten, wie herkömmliche Vision Systeme funktionierten.

Ein grundlegender Ansatz zur Erfassung einer 2D-Position ist der naive Musterabgleich. Hierbei wird die exakte Position jedes Bildpixels erfasst, und ein vordefiniertes Muster mit allen Teilen des Kamerabil-des verglichen. Fortgeschrittenere Algorithmen verwenden Filter, um spezifische Bildmerkmale hervorzuheben und führen anschließend

einen Musterabgleich in diesem Merkmalsraum durch, wodurch die Positionsbestimmung unabhängig von Maßstab und Rotation wird. Bei 3D-Problemen kommen typischerweise Punktwolken zum Einsatz, die von Stereosystemen mit zwei Kameras oder von Time-Of-Flight-Kameras erzeugt werden. Diese geben Infrarotlicht ab und messen die Zeit, die das Licht für die Reflexion und Rückkehr zur Kamera benötigt.

Sogar die einfacheren 2D-Techniken müssen strukturiertes Licht nutzen, um Merkmale hervorzuheben, was sie anfällig für Veränderungen in Helligkeit und Farbe macht. Um Komplexität zu reduzieren, werden oft Farben ignoriert oder ein heller, stabiler Reflexionspunkt als Referenz verwendet. Sonnenlicht, Veränderungen im Kontrast, extreme Blickwinkel oder unerwartete Objekte im Kamerabild können die Zielidentifizierung erschweren. Informationen müssen verdeckt werden, um die empfindlichen Algorithmen vor Ablenkungen zu schützen. Dies hat zur Folge, dass umfangreiches Ingenieurwissen und Modifikationen im Arbeitsbereich notwendig sind, um einen zuverlässigen Betrieb von Vision Systemen zu gewährleisten. Das macht die Automatisierung von Aufgaben mit hoher Varianz nicht nur schwierig, sondern auch kostenaufwendig. Deshalb werden in Fabrikumgebungen oftmals Aufgaben hoher Komplexität von Menschen ausgeführt.

Ein sinnvollerer Ansatz wäre es, 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.



Anwendungen wie die Leckageprüfung werden in der Regel von Menschen durchgeführt, da sie geschickt im Umgang mit auftretenden Varianzen im Prüfvorgang sind.

# KI-gestützte Vision Systeme für die Steuerung

Die Integration von künstlicher Intelligenz, insbesondere des Deep Learnings, in Vision Systeme für Roboter, verbessert deren Fähigkeiten deutlich. KI ermöglicht es diesen Systemen, aus großen Mengen visueller Daten zu lernen und viele der bisherigen Einschränkungen konventioneller Systeme zu überwinden.

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-gestützte Vision Systeme sind dadurch in der Lage, ihre Umgebung nicht nur wahrzunehmen, sondern auch zu interpretieren und zu verstehen. Durch Deep Learning können Robotern autonome Entscheidungen treffen, wie beispielsweise die Bestimmung der Bewegungsrichtung zur Erreichung eines definierten Ziels, etwa eines Werkstücks. Zu den weiteren Vorteilen dieser Systeme gehören:

- **Anpassungsfähigkeit in dynamischen Umgebungen** KI-gesteuerte Vision Systeme analysieren visuelle Daten und nutzen neuronale 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.

- **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.
- **Robustes Handling von Varianz** KI-gesteuerte Vision Systeme zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, Varianzen in Form, Position, Farbe und Beleuchtung zu bewältigen, wodurch sie sich für eine breite Palette von Anwendungen eignen. Auch mit Transparenz und Reflektion können sie robust umgehen.
- **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 Vision Systeme führen langfristig zu einer Kostenreduktion.



Im Gegensatz zu herkömmlichen Vision Systemen können KI-gestützte Systeme mit wechselnder Beleuchtung und Reflexionen umgehen.

# Herkömmliche Vision Systeme vs. KI-gesteuerte Vision Systeme

Anwendung	Grenzen herkömmlicher Vision Systeme	Vorteile KI-gesteuerter Vision Systeme
<b>Kabelstecken</b>	Kann nicht mit flexiblen Werkstücken umgehen (Kabel verformen sich beim Einstecken auf unterschiedliche Weise)	Kann ein flexibles Kabel in jeder beliebigen Position im Raum greifen und an verschiedenen Stellen einstecken
<b>Leckageprüfung</b>	Kann nicht mit Positionsvarianzen der Lötstellen umgehen, die durch Produktversatz auf dem Fließband oder durch manuell verarbeitete Leitungen auftreten	Kann mit jeder Positionsvarianz umgehen, einschließlich manuell gelöteter und verarbeiteter Leitungen, sowie Varianz in Form und Farbe der Lötstellen
<b>Maschinenbeladung</b>	Kann nicht mit Positionsvarianzen von Werkstücken, wie z. B. Zahnradrohlingen, umgehen, die beim Transport entstehen	Kann Zahnradrohlinge in verschiedenen Positionen aus einer Gitterbox aufnehmen und einer CNC-Fräsmaschine zuführen, sogar wenn die Zahnrädern durch Staub, Rost oder Lichtreflexe unterschiedlich aussehen
<b>Verschrauben</b>	Kann Produktionstoleranzen, wie z.B. Kunststoffschrauben mit geringfügigen Toleranzen (Kunststoffschrauben von verschiedenen Lieferanten), nicht ausgleichen	Kann trotz Fertigungstoleranzen eine präzise Positionierung der Schraube vornehmen, ohne Zeitverlust durch Positionsbestimmung
<b>Picking</b>	Kann Varianzen in der Position oder im Erscheinungsbild von Werkteilen aufgrund von Reflexionen oder Transparenz nicht zuverlässig handhaben	Kann Werkstücke trotz variierender Position, wechselndem Aussehen aufgrund von Reflexionen, Transparenz oder schwankenden Lichtverhältnissen präzise aufnehmen

# Das Vision System MIRAI

Ein KI-basiertes Vision System für Roboter ist MIRAI. Ist ein Roboter mit dem MIRAI-System ausgestattet, kann er seine Arbeitsumgebung wahrnehmen und sich in Echtzeit an unvorhergesehene Situationen anpassen. Ein MIRAI-gesteuerter Roboter kann mit Varianzen in Position, Form, Farbe, Beleuchtung und Hintergrund umgehen und Aufgaben übernehmen, die sonst als zu komplex für die Automatisierung gelten. MIRAI ergänzt bestehende Robotersteuerungen. Im Rahmen einer Automatisierungsaufgabe übernimmt die native Steuerung die Bewegungen, die sich genau definieren und programmieren lassen. Die MIRAI-Steuerung übernimmt die komplexen Abschnitte, in denen nicht planbare Varianzen auftreten.

Das MIRAI-System lernt auf der Grundlage dessen, was ihm gezeigt wird. In einer Trainingsphase macht der User MIRAI mit der Bewegung, die es ausführen soll, und mit den Varianzen, die dabei auftreten können, vertraut. Eine oder mehrere Kameras, die am Roboterarm angebracht sind, nehmen die Szene auf. Die von der Kamera aufgezeichneten Bilder werden in Daten umgewandelt und über den MIRAI-Controller an die Computing-Cloud von Micropsi Industries übertragen. Dort durchlaufen die Daten einen Lernalgorithmus, um eine sogenannte Policy vorzubereiten bzw. zu trainieren. Dabei handelt es sich um ein mathematisches Modell, das den Roboter bei der Ausführung der vom User gewünschten Aktion leitet.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Steuerungssystemen benötigt MIRAI keine CAD-Daten oder 3D-Kameras und lernt während des Trainings, wie es in bestimmten Situationen reagieren soll. MIRAI identifiziert eigenständig relevante visuelle Merkmale und entwickelt Lösungen für die gestellten Aufgaben, die auf den Trainingsdaten basieren. Während der Roboter eine Aufgabe ausführt und an das MIRAI-System abgibt, vergleicht MIRAI das Live-Szenario demnach nicht wie herkömmliche Vision Systeme mit einer starren Vorlage. Stattdessen sucht es die selbst definierten Merkmale und erkennt z. B. ein Werkteil auch aus neuen Blickwinkeln, solange es ähnlich genug zu den Trainingsdaten aussieht.

MIRAI-gesteuerte Roboter sind vielseitig einsetzbar für komplexe Aufgaben wie Kabelstecken, Leckageprüfung, Gestellbestückung und Verschrauben. Diese Einsatzbereiche zeichnen sich durch eine Vielzahl von Varianzen aus. MIRAI 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. Mit dem System lassen sich Aufgaben automatisieren, die zuvor als zu komplex galten.



Ein mit dem MIRAI-System ausgestatteter Roboter führt eine Pick-and-Place-Aufgabe aus.

# Fazit

	<u>Herkömmliche Vision Systeme</u>	<u>MIRAI</u>
<b>Messungen / Kalibrierung</b>	Notwendig und müssen präzise sein	Nicht notwendig
<b>Bahnplanung</b>	Vor der Ausführung	Während der Ausführung (Echtzeit)
<b>Kontrolliertes Picken</b>	Ja	Ja
<b>Kontrolliertes Fügen / Montieren</b>	Nein	Ja
<b>Transparenz oder Reflektion</b>	Müssen eliminiert werden	Können im Training einfach berücksichtigt werden

Herkömmliche Vision Systeme sind entscheidend für die Steigerung von Effizienz, Genauigkeit und Produktivität in der Produktion, stoßen jedoch in dynamischen Fabrik- und Industrieumgebungen an ihre Grenzen. Sie basieren häufig auf vordefinierten Mustern und reagieren empfindlich auf Änderungen der Lichtverhältnisse und visuelle Abweichungen, was sie für komplexe Aufgaben weniger zuverlässig macht. KI-gesteuerte Systeme, die neuronale Netze nutzen, haben das Potenzial, diese Grenzen zu überwinden. Sie passen sich

in Echtzeit an Veränderungen an und reduzieren den Bedarf an vordefinierten Mustern. Dadurch können sie Herausforderungen, die sich aus Varianzen in Form, Position, Farbe und Lichtverhältnissen ergeben, effektiv bewältigen.

Der zweite Teil unseres Whitepapers konzentriert sich auf die praktischen Anwendungen von KI-gestützten Vision Systemen in der Produktion, und untersucht reale Anwendungen in verschiedenen Fertigungsszenarien.

# Kontaktieren Sie uns

Europa Office: +49 30 555 71 929  
US Office: +1 718 440 7353  
[contact@micropsi-industries.com](mailto:contact@micropsi-industries.com)

Folgen Sie uns @ Micropsi Industries

- LinkedIn
- YouTube
- Facebook
- Twitter / X