

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019, 11 Seiten

VOM TREND ZUR BILDVERARBEITUNG

Tritt man bei der technologischen Diskussion der gegenwärtigen Industrietrends im übertragenen Sinne ‚einen Schritt zurück‘ und fragt nach der eigentlichen Innovation, so ist das Aufstreben der Bildverarbeitung eher eine logische Konsequenz als ein Phänomen. Das Streben nach der durchgängigen Vernetzung, nach umfassenden Datenanalysen oder nach Prädiktion lässt sich aus dem Verlangen nach mehr Transparenz in den eigenen Prozessen ableiten. Denn diese Transparenz ist wiederum Voraussetzung für das inhärente Bestreben der Industrie nach Effizienzsteigerung.

Vor einer möglichen Steigerung der Effizienz steht üblicherweise das tiefe Verständnis der Abläufe und Prozesse und da sich für den Menschen Zusammenhänge und Effekte visuell sehr einfach und schnell erfassen lassen, finden diese Methoden auch verstärkt Anwendung.

Gleichzeitig unterstützen wesentliche Entwicklungen in den Bereichen ‚image sensors‘, ‚computing‘ und ‚software and/or routines‘ den breiten Einzug der bildverarbeitenden Systeme in die Automatisierung und folglich auch in die Intralogistik. Weiterhin beschäftigen sich die Forschung und die Wissenschaft in unterschiedlichsten Disziplinen seit vielen Jahren mit der Bildverarbeitung, welche - trotz verschiedenster Anforderungen - das gesamtheitliche Lösungsspektrum stetig erweitern. Die industrielle Bildverarbeitung ermöglicht komplexe Automatisierungsaufgaben zuverlässig auszuführen und zeitgleich Zusatzinformationen über den Prozess zu erheben und auszuwerten.

VERFASSER

Thomas Moessner
Technical Industry Manager -
Material Handling
Global Industry Centers -
Technical Industry
Competence & Innovation
SICK AG
Erwin-Sick-Straße 1
D - 79183 Waldkirch
<https://www.sick.com>

Bildverarbeitende Systeme

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Die industrielle Bildverarbeitung ist Wegbereiter und Schlüsseltechnologie für vernetzte Prozesse. Keine andere Komponente sammelt und interpretiert schon heute so viele Daten wie die Bildverarbeitung. Es gilt das ‚Gesehene‘ in jeder Phase zu verifizieren, zu verarbeiten und die Resultate den Systemen im Wertschöpfungs- und Distributionsnetzwerk zu übermitteln. Als ‚sehendes Moment‘ ist die industrielle Bildverarbeitung in besonderer Weise prädestiniert, neben den sogenannten Primärinformationen über die Bildauswertung auch umfangreiche und wichtige Sekundärinformationen an alle im Prozessnetzwerk agierende Systeme zu liefern - zum Beispiel über den Zustand der Objekte oder den Labels, den Verschleiß oder mögliche Wartungszyklen. Darüber hinaus sind trainingsbasierte Ansätze wie das Deep Learning insbesondere in der Bildverarbeitung in ihrer Entwicklung weit fortgeschritten. Die umfangreiche Auswertung von Bilddaten ermöglicht zuverlässiges und intelligentes Handeln und eröffnet echte wirtschaftliche Signifikanz.

BILDVERARBEITUNG IN DER INTRALOGISTIK

Die Intralogistik ist heute konfrontiert mit stark steigenden Warenbewegungen und gleichzeitig steigender Objektvarianz, jedoch abnehmender Arbeitskraftverfügbarkeit, wodurch leistungsfähige und durchgängige Automatisierungslösungen besonders gefordert werden. Bildverarbeitende Systeme bieten gleich in mehreren Disziplinen und sowohl im zweidimensionalen wie auch im dreidimensionalen Raum umfangreiche Lösungsmöglichkeiten.

Im Herbst 2018 gingen auch die I.N.Fachbeiräte ‚Wissenschaft‘ und ‚Wirtschaft‘ davon aus, dass die bildverarbeitende Systeme eine immer größere Rolle in der Intralogistik spielen dürften.

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Das fängt an bei der automatischen Identifikation von Codes jeglicher Ausprägungen, geht über durchgängige Tracking und Tracing-Lösungen sowie In-Line-Inspektionen, Qualitätskontrollen, Klassifizierungen, OCR- und Klarschrift-Lesungen bis hin zu Sortieraufgaben, Positionieraufgaben und Greifpunktberechnungen. Die Möglichkeiten sind mannigfaltig und es sind noch keine tatsächlichen Limitierungen absehbar.

3)

HAUPTAUFGABEN FÜR VISION-SYSTEME

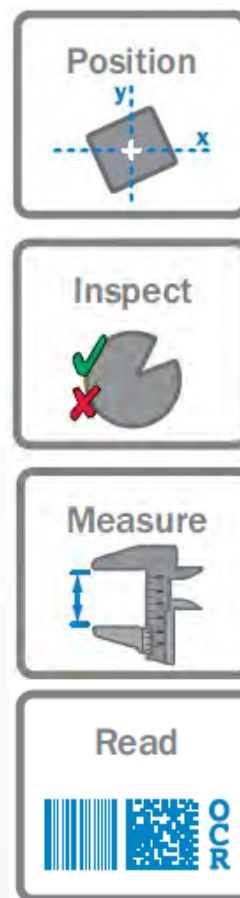
Es gibt vier Hauptaufgaben für Vision-Systeme. In vielen Fällen kann ein Vision-System für eine bestimmte Applikation eine Kombination solcher Aufgaben lösen.

Die Objekte werden im Bild erkannt und ihre Position sowie die Lage (Verdrehung) können relativ zu einem festgelegten Koordinatensystem ausgegeben werden.

Die Objekte werden mit vorgegebenen Mustern bzw. Strukturen verglichen und im Sinne der Qualitätskontrolle die Anwesenheit, Anzahl, Abweichung und Formfehler ermittelt.

Die Objekte werden über Kalibrierverfahren in ihren Abmessungen in Länge, Breite, Höhe, Fläche oder Volumen im Bild vermessen.

Die Objekte werden durch das Decodieren von Labels mit 1D oder 2D-Codes bzw. durch das Lesen von Texten oder Aufdrucken gelesen bzw. identifiziert.



*Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019*

Im Sinne der optimalen applikationsspezifischen Lösungsfindung ist die Auswahl der richtigen Technologie bzw. die richtige Kombination der Technologien entscheidend, insbesondere die unterschiedlichen Möglichkeiten einschätzen zu können und ihre jeweiligen Stärken zu kennen und zu nutzen.

LÖSUNG VON APPLIKATIONEN MIT 2D- ODER 3D-VISION

2D-Vision

2D-Vision eignet sich besonders für Applikationen mit hohem Kontrast oder wenn Struktur und Farbe des Objekts ausschlaggebend sind. 2D-Vision wird für alle vier genannten Hauptaufgaben eingesetzt und ist die vorherrschende Technologie für Vision-Lösungen.

Bei der 2D-Bildverarbeitung wird die zu analysierende Szene entweder sofort von einer Flächenkamera oder mittels Scanverfahren mit einer Zeilenkamera erfasst. In beiden Fällen ist die endgültige Darstellung der Szene entweder ein Bild mit Intensitätswerten (Monochrombild) oder ein Farbbild (häufig RGB-Werte). Die Schlüsselemente für die Erfassung eines geeigneten 2D-Bilds für die Aufgabe sind, neben dem Bildwandler des Sensors selbst, die Wahl des Objektivs und der Beleuchtung.

2D-Beleuchtung

Der Erfolg einer Applikationslösung mit 2D ist von der Bildqualität abhängig, die wiederum von der Auswahl einer guten Beleuchtungsmethode abhängt. Eine gute Beleuchtung betont die zu analysierenden Merkmale, sorgt für eine hohe Bildqualität und ermöglicht ein einheitliches Erscheinungsbild der Merkmale während der gesamten Zeit, unabhängig von Fremdlicht.

Oft gibt es verschiedene Möglichkeiten, eine bestimmte Vision-Aufgabe zu lösen. In manchen Fällen liegt die Entscheidung für 2D- oder 3D-Vision auf der Hand, in anderen Fällen können beide Technologien funktionieren, bieten jedoch unterschiedliche Vorteile. Es ist wichtig, diese Vorteile zu kennen und zu verstehen, wie sie sich auf eine bestimmte Applikation auswirken, um eine zuverlässige Vision-Lösung zu finden.

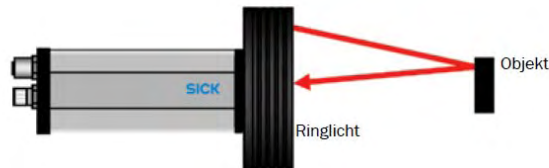
Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Das Verständnis von einigen grundlegenden Beleuchtungsregeln erleichtert die Auswahl der richtigen Beleuchtung für die Applikation:

- Matte Oberflächen können mit direktem Licht beleuchtet werden.
- Glänzende Oberflächen erfordern diffuses, indirektes Licht, um Reflexionen zu vermeiden.

Wichtige Beleuchtungsarten

Ringlicht: Ein Ringlicht wird um die optische Achse des Objektivs angebracht, entweder an der Kamera oder zwischen der Kamera und dem Objekt. Diese Lichtart ist direkt und daher eher für matte Oberflächen geeignet.



Ohne Ringlicht, weniger Kontrast.



Mit Ringlicht, mehr Kontrast. Jedoch mit einer Blendung auf der glänzenden Oberfläche in der Mitte der Disc.

Domlicht: Ein Domlicht erzeugt indirektes Licht mit einheitlicher Lichtintensität, indem es das Licht von einer um die optische Achse des Objektivs angebrachten Kuppel reflektiert. Diese Lichtart minimiert Reflexionen auf dem Objekt und eignet sich für glänzende Oberflächen wie beim Lesen des Datums auf einer Verpackung, die unter direktem Licht Blendungen und ungewollte Reflexionen verursachen würden.



Blendungen auf einer metallischen Oberfläche.



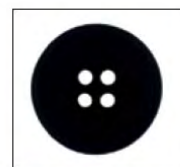
Keine Blendungen, der Aufdruck auf einer metallischen Oberfläche ist sichtbar.

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Hintergrundlicht: Mit einem Hintergrundlicht wird das Objekt von hinten beleuchtet, um eine Kontur oder Silhouette zu erzeugen. Ein Hintergrundlicht ist äußerst hilfreich für Mess- und Positionieraufgaben, bei denen eine präzise Silhouette wichtig ist und Kontrasteigenschaften auf dem Objekt selbst bei der Aufgabe stören könnten.



Normales Licht.



Hintergrundlicht erzeugt eine Silhouette.

3D-Vision

3D-Vision eignet sich für die Analyse von Volumen, Form oder der 3D-Position von Objekten, aber auch zur Detektion von Teilen und Fehlern, die kontrastarm sind, aber einen erkennbaren Höhenunterschied aufweisen. 3D-Vision wird in erster Linie zur Messung, Inspektion und Positionierung eingesetzt, aber auch zum Lesen von aufgedruckten Codes oder Texten, wenn Kontrastinformationen fehlen.

Die Erfassung der dritten Dimension kann auf verschiedene Arten erfolgen. Verschiedene Technologien stehen für die industrielle Bildverarbeitung zur Verfügung, von denen jede ihre Vor- und Nachteile hat. Die 3D-Bildverarbeitungstechnologien können grundlegend in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Scantechnologien
- Snapshot-Technologien

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Bei der **Scantechnologie** werden 3D-Bilder Profil für Profil erfasst, entweder indem man das Objekt durch den Messbereich führt oder indem man die Kamera über das Objekt führt. Um die korrekten 3D-Daten und damit ein gültiges 3D-Bild zu erhalten, muss die Bewegung entweder konstant oder bekannt sein, z. B. durch die Nutzung eines Encoders, um die Bewegung zu verfolgen. Die mit dieser Variante erstellten 3D-Bilder können sehr hohe Genauigkeiten erreichen.

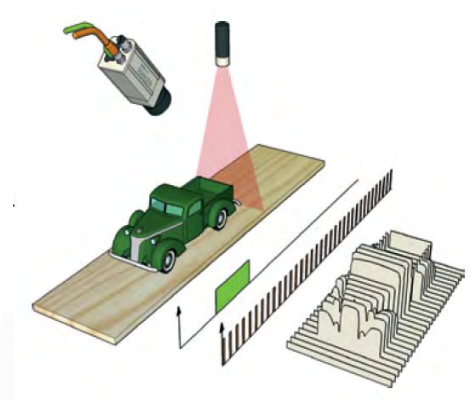
Snapshot-Technologien erstellen ein vollständiges 3D-Bild der Objekte mit einer einzigen Bildaufnahme. Eine Bewegung der Kamera oder des Objekts ist nicht erforderlich. Üblicherweise ist die Genauigkeit der mit diesen Technologien erzeugten Bilder eher nicht ganz so hoch wie bei den Scantechnologien.

Lasertriangulation

Bei der Lasertriangulation werden mithilfe einer Laserlinie und einer Kamera Höhenprofile des Objekts erstellt. Die Profile werden zusammengesetzt, um ein 3D-Bild zu erzeugen, während sich das Objekt bewegt. Da die Erfassung des Höhenprofils eine Bewegung des Objekts erfordert, wird die Methode als Scantechnologie bezeichnet. Die Lasertriangulation ermöglicht eine höhere Messgenauigkeit als die Lichtlaufzeitmessung, hat aber einen begrenzteren Messbereich.

Lichtlaufzeitmessung

3D-Kameras mit Lichtlaufzeittechnologie (3D-Time Of Flight) erstellen 3D-Bilder mittels eines „Snapshots“. Das bedeutet, dass keine Objekt- oder Kamerabewegung erforderlich ist. Bei dieser Technologie wird die Laufzeit mehrerer Lichtsignale zwischen dem Gerät und dem Ziel für jeden Bildpunkt gemessen. Über die



Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Bestimmung der Laufzeitunterschiede respektive der Phasenverschiebungen werden die Abstände zwischen Gerät und Objekt je Bildpunkt ermittelt. Aus den Ergebnissen wird ein dreidimensionales Bild des Ziels erstellt. 3D-TOF-Kameras eignen sich besonders für Applikationen mit einem großen Sichtfeld und größeren Arbeitsabständen.

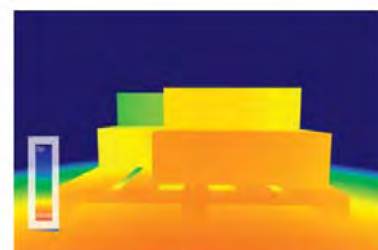
Abbildung zur Verdeutlichung der Lichtlaufzeitmessung (SICK):



Erster Schritt: Beleuchtung des Ziels mit einem Lichtimpuls von der Kamera.



Zweiter Schritt: Messung der Zeit, die das Licht benötigt, um zur Kamera zurückzukehren.



Dritter Schritt: Erstellung eines Tiefenbilds.

Stereotechnologie

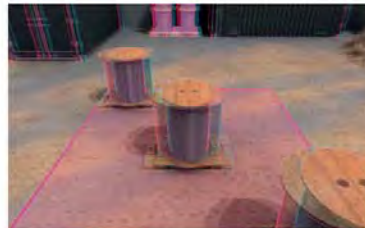
Die Bildverarbeitung mit Stereotechnologie funktioniert ähnlich wie das menschliche Sehen und liefert 3D-Snapshot-Bilder, ohne dass sich die Kamera oder das Objekt bewegen müssen. Diese Technologie kombiniert zwei aus verschiedenen (bekannten) Positionen aufgenommene 2D-Bilder und findet Übereinstimmungen zwischen den Bildern, um ein Tiefenbild zu erstellen. Im Gegensatz zur Lasertriangulation und Lichtlaufzeitmessung ist die Stereotechnologie nicht von einer fest zugeordneten Lichtquelle abhängig. Um Übereinstimmungen zu finden, müssen die beiden Bilder jedoch ausreichende Details aufweisen und die Objekte genug Struktur bzw. Unterscheidbarkeit. Die Stereotechnologie eignet sich daher besonders für Applikationen, die ein großes Sichtfeld benötigen, und für den Einsatz im Außenbereich. Um bessere Ergebnisse zu erhalten, können die Szenen mit strukturiertem Licht beleuchtet werden.

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

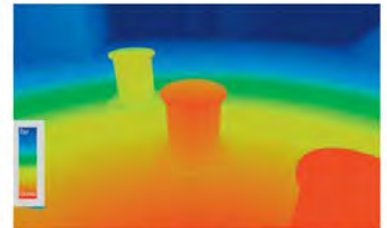
Abbildung zur Verdeutlichung der Stereotechnologie (SICK):



Erster Schritt: Aufnahme von zwei Bildern aus verschiedenen Positionen.



Zweiter Schritt: Übereinstimmungen zwischen den Bildern finden.



Dritter Schritt: Erstellung eines Tiefenbilds.

Vergleich der 3D-Technologien

Abschließend lässt sich feststellen, dass es mehrere Methoden der 3D-Bildverarbeitung gibt, deren Wahl von der jeweiligen Applikation und ihrer Umgebung abhängt. Die wesentlichen Merkmale dieser 3D-Technologien sind folgende:

Lasertriangulation:

- Lichtquelle: Linienprojektionslaser
- Kein Fremdlicht erforderlich
- Hohe Detailauflösung und Genauigkeit
- Relativ kurzer Arbeitsabstand
- Okklusion möglich, wenn die Kamera den Laser nicht sehen kann, weil er von einem Objekt verdeckt wird
- Scantechnologie

Lichtlaufzeitmessung (TOF):

- Lichtquelle: zeitlich moduliert
- Kein Fremdlicht erforderlich
- Großer Arbeitsabstand
- Relativ geringe Detailauflösung und Genauigkeit
- Snapshot-Technologie

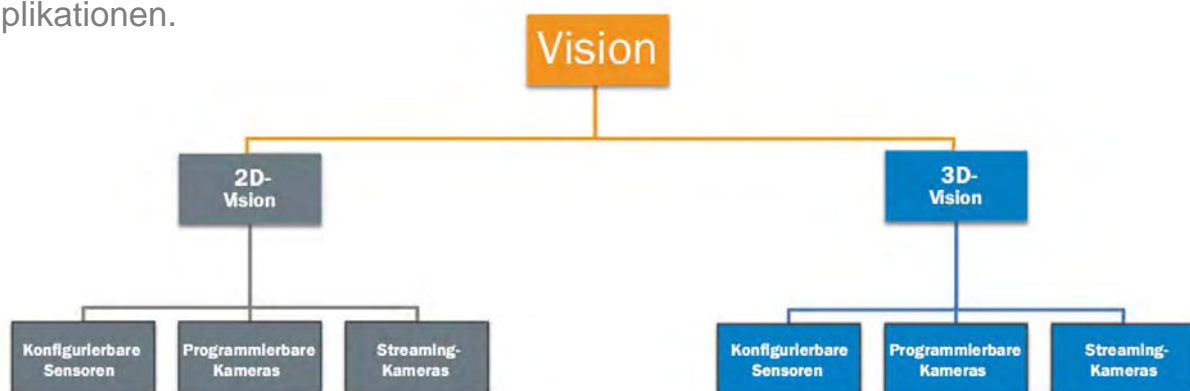
Stereo Vision:

- Lichtquelle: passives Fremdlicht
- Relativ geringe Detailauflösung und Genauigkeit
- Großer Arbeitsabstand
- Geeignet für Applikationen im Außenbereich
- Snapshot-Technologie

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

VISION PORTFOLIO DER SICK AG

Die SICK AG besitzt ein umfassendes Vision-Portfolio über alle genannten Technologien und von einfach zu parametrierenden Kameras bis hin zu extrem flexiblen und leistungsstarken Datenstreamern, sowohl für 2D- und 3D-Applikationen.



Das Set-up eines Vision-Systems variiert in seiner Komplexität und kann von einer schnellen Installation durch einen unerfahrenen Benutzer bis zu einem großen Projekt mit der Entwicklung und Programmierung anspruchsvoller Algorithmen reichen. Die SICK AG hat ihr Vision-Portfolio in drei Hauptkategorien unterteilt, so dass abhängig von der Erfahrung des Kunden und der Komplexität der Aufgabe das richtige System gewählt werden kann: Parametrierbar – Programmierbar - Streaming.

Parametrierbar

Die einfachsten Vision-Systeme sind selbstständige Kameras mit eingebautem Bildtrigger, Beleuchtung und integrierter Bildanalyse. Ihre Parametrierung ist einfach und kann von jeder technisch versierten Person nach ein paar Trainingsstunden durchgeführt werden.

Parametrierbar:

- Einfach zu bedienender Vision-Sensor
- Eigenständiger Betrieb
- Parameter konfigurierbar
- Ergebnisausgabe
- Intuitive grafische Benutzerschnittstelle für einfache Parametrierung
- Schnelle Lösungsentwicklung
- PC-Fernparametrierung
- SOPAS
- Integrierte Bildverarbeitung

Thomas Moessner, SICK AG
im Februar 2019

Programmierbar

Diese Kameras liegen im mittleren Komplexitätsbereich. Wie bei den parametrierbaren Kameras ist die Analyse im Gerät integriert. Der Unterschied besteht in ihrer größeren Flexibilität bei der Hardwarekonfiguration und der Softwareprogrammierung. Es sind ein paar Tage Training nötig, um ein Anwendungsentwickler zu werden.

- Flexible Vision-Kamera
- Eigenständiger Betrieb
- Vielseitige Benutzerprogrammierung
- Ergebnisausgabe
- Flexibilität mit maßgeschneiderter grafischer Benutzerschnittstelle
- Flexible Lösungsentwicklung
- Fernparametrierung per PC
- AppSpace, IVC Studio
- Integrierte Bildverarbeitung

Streaming

Die flexibelsten Vision-Systeme sind PC-basiert. Die Kameras erzeugen Bilder, während die Analyse an einem PC durchgeführt wird. Professionelle Anwendungsentwickler bevorzugen häufig diesen Systemtyp, da er die volle Flexibilität ermöglicht, sowohl individuelle Systemfunktionalitäten als auch Algorithmen für anspruchsvolle Anwendungen zu erstellen.

- Daten-Streaming-Kamera
- Externe PC-Bildverarbeitung
- Vielseitige Bilderfassung
- 2D- und 3D-Bilddatenausgabe
- Flexibilität bei der Entwicklung der GUI
- Völlig flexible Lösungsentwicklung
- Fernparametrierung per PC
- Softwareentwicklungs-Kit
- PC-Bildverarbeitung

Alle Abbildungen dieses Artikels stammen von:

SICK AG
Erwin-Sick-Straße 1
D - 79183 Waldkirch
<https://www.sick.com>