



▲ Abb. 1: Industrietaugliche Farbsensoren der CROMLAVIEW®-Serie zur Farberkennung

Ich sehe was, was Du nicht siehst

Leistungsmerkmale moderner Farbsensoren für die industrielle Automation

Die Farbe ist ein natürliches Merkmal zur einfachen Wiedererkennung von Objekten. Im industriellen Automationsprozess werden Farberkennungsapplikationen mit geeigneten Farbsensoren gelöst. Aufgrund der sinnesphysiologischen Natur von Farbe gilt es, bei der Signalverarbeitung auf einige Besonderheiten zu achten. Auch die Stabilität und Prozessankopplungsmöglichkeiten tragen entscheidend zur Erkennungsqualität von Farbsensoren bei. In diesem Beitrag wird geklärt, durch welche Leistungsmerkmale gute Farbsensoren 'sehen, was andere nicht sehen'.

Farbverarbeitung

Durch Auswertung von Farbinformationen sind Farbsensoren gegenüber einfachen Lichtschranken oder Kontrastsensoren in der Lage, Objekte nicht nur zu detektieren, sondern darüber hinaus auch farblich hochauflösend zu differenzieren. Die farbliche Differenzierungsfähigkeit moderner Farbsensoren geht dabei über die Fähigkeiten des menschlichen Auges hinaus.

Farbe ist dabei keine physikalische Messgröße, sondern eine menschliche Sinnesempfindung. Um Farben maßlich zu beschreiben, existieren genormte Messvorschriften. Bei Farbsensoren wird überwiegend das Dreibereichsverfahren (vgl. DIN 5033) angewendet. Das Messobjekt wird dabei mit breitbandigem Licht (heute Weißlicht-LEDs) beleuchtet. Das vom Messobjekt reflektierte Licht wird mittels dreier Photodetektoren, deren

Filterkurven den sogenannten Normspektralwertfunktionen entsprechen, empfangen und bewertet. Als Ergebnis stehen die Normfarbwerte X (Rot), Y (Grün) und Z (Blau) zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung^[1]. Die gewonnenen Farbmaßzahlen erlauben einen absoluten Vergleich verschiedener Farben. Für den Vorgang der reinen Erkennung von Farben, spielen Farbmaßzahlen nur eine indirekte Rolle. Bei der Farberkennung geht es nämlich darum, einer zu erkennenden Farbe eine Nummer oder einen Namen zuzuordnen. Stimmen die Farbmaßzahlen zwischen zwei Farben überein, so gilt die Farbe als erkannt, und als Resultat wird die Nummer bzw. der Name der Farbe ausgegeben. Die Zahlenwerte stehen bei der Farberkennung also im Hintergrund und dienen nur der Vergleichsrechnung.

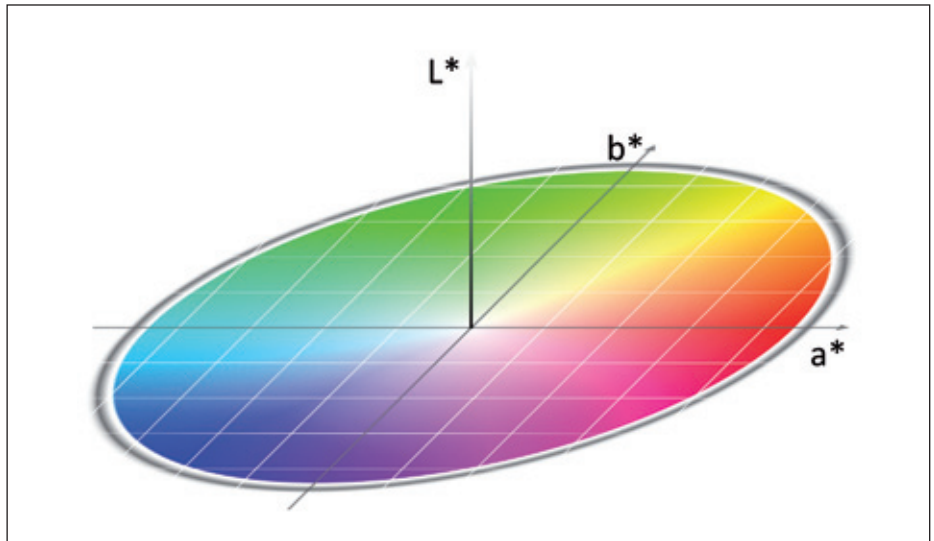
Genau diese Erkennungsmethode wird in industriellen Farbsensoren (Abb. 1) angewendet und kommt bei der Objekterkennung vielfältig zum Einsatz. Um eine dem Menschen ebenbürtige Farberkennung zu gewährleisten, müssen spezielle weitergehende Farbsignalverarbeitungen im Sensor erfolgen^[2]. Hier hat sich das Farbraumsystem mit den Koordinaten L^* (Helligkeitsachse), a^* (rot-grün-Achse) und b^* (blau-gelb-Achse) bewährt (Abb. 2), welches aus einer Transformation der X, Y, Z Farbmaßzahlen hervorgeht (vgl. DIN 6174).

Farbunterschiede werden in diesem Farbraumsystem empfindungsgemäß gleichabständig bewertet. In der Fachwelt hat sich hierfür der Begriff 'perzeptiv' etabliert. Farbsensoren der CROMLAVIEW® Serie arbeiten generell mit perzeptiver Signalverarbeitung und sind daher in der Lage, Farben nach menschlichem Empfinden zu bewerten. Farbraumbedingte Fehlerkennungen, wie sie bei Sensoren mit nicht gleichabständigen Farbraumsystemen entstehen können, werden bei diesen Sensoren zuverlässig ausgeschlossen.

Die Anwendungen für perzeptive Farbsensoren sind vielfältig. Man kann grob in qualitätssichernde Anwendungen, wie z. B. farbselektive Anwesenheitskontrollen (Bestückung, Platzierung), LED-Prüfung, Lagekontrolle (Oberseite/Unterseite oder Ausrichtung an Farbkanten), Kontrolle diverser Oberflächenbeschichtungen (Lacke, Primer, Fette, Imprägnierungen) und in prozesssteuernde Anwendungen, wie die Farbmarkendetektion oder farbspezifische Sortier- bzw. Zuordnungsaufgaben (z. B. farbverschiedene Deckel, Sicherungen, Kappen, u. v. m. detektieren) unterteilen.

Toleranzparametrierung

Bei der Farberkennung müssen vom Anwender Grenzwerte für eine Referenzfarbe festgelegt werden, ob die gemessene Farbe noch der Referenzfarbe entspricht – oder nicht. Da ein Farbwert einen Punkt in einem dreidi-



▲ Abb. 2: Gleichabständiges Farbraumsystem mit den Koordinaten L^* , a^* und b^*

mensionalen Raum repräsentiert, bilden die festgelegten Grenzen um diesen Punkt einen Körper. Dieser Körper wird Toleranzraum genannt. Es gibt mehrere Möglichkeiten, Toleranzräume festzulegen.

Die einfachste Möglichkeit besteht in der Definition einer Kugel. Hierfür ist nur ein Parameter (Radius) erforderlich. Die Kugeltoleranz kann immer dann gewählt werden, wenn definierte Messabstände und Farbobjekte vorliegen und eine empfindungsgemäß gleichabständige Toleranz die richtige Farbabweichungsbeschreibung darstellt.

Ein weiterer einfacher Toleranzraum ist der Zylinder. Er benötigt zwei Parameter (Radius und Höhe). Eine Zylindertoleranz bietet sich an, wenn z. B. aufgrund von Abstandsschwankungen das L^* -Signal variiert. Es gibt aber auch komplexere Erkennungsaufgaben, bei denen Farbvariationen erkannt werden müssen, die keinen gleichabständigen Toleranzraum zulassen. Die Software der CROMLAVIEW® Sensoren bietet hierfür eine spezielle Parametriermöglichkeit, um beliebige Toleranzraumgrenzkonturen festzulegen.

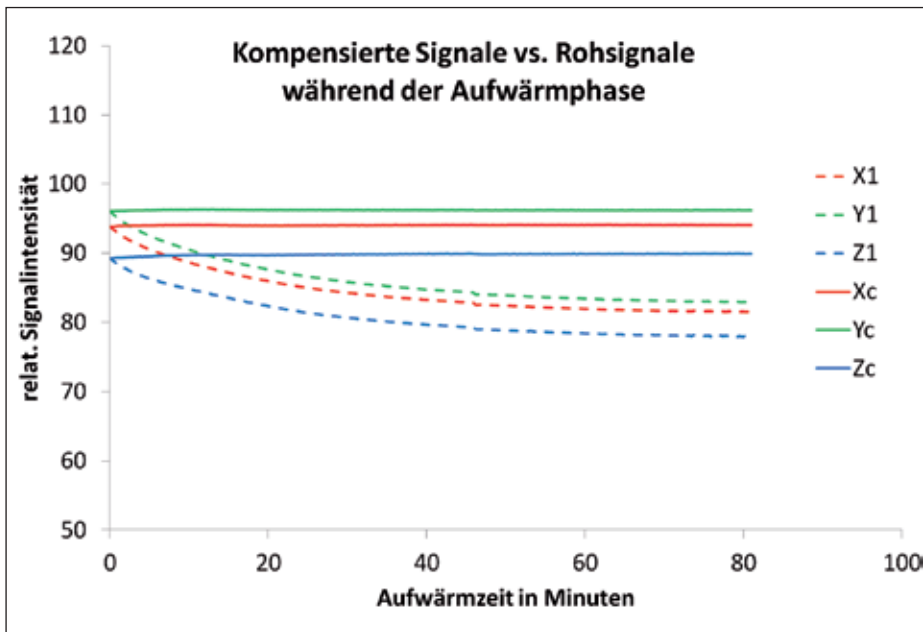
Jeder Farbvariante wird dazu ein eigener Kugel- oder Zylindertoleranzraum zugewiesen. Dabei ist die Überlappung der Toleranzräume sowohl zulässig als auch für einen zusammenhän-

genden Gesamttraum erforderlich. Die äußersten Grenzflächen aller Einzeltoleranzen bilden dann den Gesamt-toleranzraum für die Erkennung.

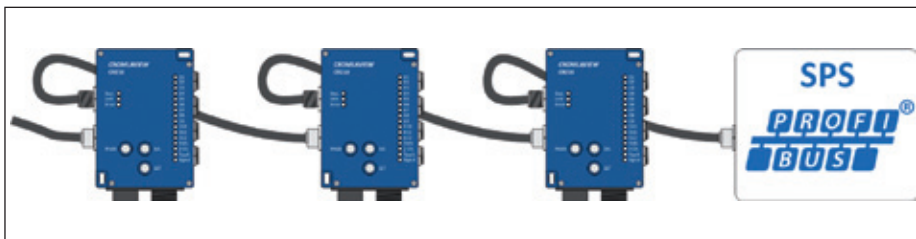
Es können auch Farben zusammengefasst werden, die nicht benachbart sind. Beispielsweise können die Far-

ANZEIGE

PRAXIS



▲ Abb. 3: Wirkung der CROMLASTAB® Driftkompensation: Zu erkennen ist eine deutliche Drift der Rohsignale (gestrichelt) gegenüber den kompensierten Signalen (durchgezogen) während der Aufwärmphase des Farbsensors.



▲ Abb. 4: Vernetzung mehrerer Sensoren mittels Profibus

ben Rot und Grün einer gemeinsamen Farbnummer zugeordnet werden. Dies ermöglicht vielfältige Anwendungen bei der Farberkennung.

Driftkompensation

Die Intensität der in modernen Farbsensoren eingesetzten Weißlicht-LEDs ist stark temperaturabhängig. Auch die Alterung der LEDs sorgt im Laufe der Betriebszeit für eine merkliche Abnahme der Lichtleistung. Da die Farbmaßzahlen direkt von der Lichtintensität abhängen, ist eine Kompensation für eine stabile Farberkennung erforderlich. CROMLAVIEW®-Farbsensoren sind mit der universell wirkenden Driftkompensationsmethode CROMLASTAB® ausgestattet. Die Methode basiert auf einer Referenzkanaltechnik. Änderungen der Beleuchtungseigen-

schaften werden dabei durch einen Referenzdetektor erkannt und kompensiert^[2]. Die Sensoren sind damit in der Lage, Farben ohne die übliche Aufwärmzeit zuverlässig zu erkennen (Abb. 3) und diese auch über die Einsatzdauer stabil zu halten.

Messlichtführung

Die Führung des Messlichtes ist für die Lösbarkeit vieler Erkennungsaufgaben und für die Flexibilität des Systems von großer Bedeutung. Prinzipiell werden zwei Varianten technisch umgesetzt, die spezifische Vor- und Nachteile mit sich bringen.

Entweder werden zur Messlichtführung direkt in das Sensorgehäuse eingefügte Sende- und Empfangslinsen verwendet. Für diese Variante sind durch die Anordnung und die Eigenschaften der verwendeten Linsen ein

fester Arbeitsabstand und eine feste Messflecksgröße typisch. Oder es werden Lichtleiter zur Lichtführung eingesetzt. Dies ermöglicht eine Absetzung der Messstelle vom Sensorgehäuse. Applikationen mit sehr engem Einbauraum können so gelöst werden. Lichtleiter können für den Reflexbetrieb oder den Lichtschrankenbetrieb angeordnet werden.

Der Lichtschrankenbetrieb ermöglicht auch das Prüfen von transparenten Objekten. Durch Aufsetzen von Vorsatzoptiken auf die Lichtleitertastköpfe können Messflecksgröße und Messabstand in weiten Bereichen den Applikationserfordernissen angepasst werden. Durch die Verwendung von Lichtleitern erhöhen sich die Systemkosten moderat^[3].

Parametrierung und Schnittstellen

Für die Parametrierung einfacher Farbapplikationen ist eine direkte Tastenbedienung und Signalanzeige am Sensor oft ausreichend. Für komplexere Anwendungen ist aber der Einsatz einer PC-Software sinnvoll. Zur Kommunikation besitzen die Sensoren mindestens eine RS232-Schnittstelle. Bei einigen Modellen steht auch eine USB-Schnittstelle zur Verfügung. Mit der PC-Software können Datenvisualisierungen sowie komplexe Parametereinstellungen vorgenommen werden.

In der Automation spielt die Anbindung von Sensoren an den Prozess eine wichtige Rolle. Meist werden die Erkennungsergebnisse von Farbsensoren über deren Schaltausgänge an eine SPS weitergeleitet. Die Anzahl der vorhandenen Schaltausgänge bestimmt die möglichen Farbzuordnungen. Eine binäre Kodierung erhöht die Zahl der Zuordnungsmöglichkeiten. Mit 12 Schaltausgängen (Typen CR200 und CR210) können theoretisch 4096 Schaltzustände erzeugt werden. Dies bietet reichliche Reserven, wenn es darum geht, viele Farben zu erkennen.

Um die Erkennungsergebnisse mehre-

rer verteilter Messstellen zentral auszuwerten, bietet sich eher eine Vernetzung der Sensoren mittels Feldbus an (Abb. 4). Für die Farbsensoren CR200 und CR210 stehen drei alternative integrierte Feldbusvarianten zur Verfügung. Der Anwender kann zwischen Profibus DP, CANopen oder Fast Ethernet wählen.

Alternativ ist es für alle Sensortypen möglich, eine gemeinsame Verbindung über RS232 herzustellen. Dazu erhält jeder Sensor eine 8-Bit Adresse, so dass insgesamt 256 Geräte über einen COM-Port angesprochen werden können.

Für die Zusammenschaltung der Sensoren steht eine Anschlussbox mit 7 Ports zur Verfügung. Durch Kaskadierung können weitere Geräte hinzugeschaltet werden.

Fazit

Damit gute Farbsensoren 'sehen, was andere nicht sehen', sind bestimmte Merkmale entscheidend. Dazu zählen bspw. eine perzeptive und driftkompensierte Signalverarbeitung, eine flexible Messlichtführung und eine Prozesseinbindung über geeignete Schnittstellen.

Mit den CROMLAVIEW® Farbsensoren stehen für den industriellen Einsatz Geräte zur Verfügung, die sich durch hohe Funktionalität und Flexibilität auszeichnen. Die Lösung von anspruchsvollen Farberkennungsaufgaben wird durch die Wahl eines geeigneten Farbsensors, durch die Anwendung farbmetrischen Know-hows und durch das Einfließen umfangreicher Applikationserfahrungen in die Entwicklung ermöglicht.

Schrifttum:

- [1] Ansgar Wego, Gundolf Geske: Dem menschlichen Auge nahe, MSR Magazin, 11/2010, S. 38-40
- [2] Ansgar Wego, Gundolf Geske: Korrekte Erkennung von Farben und Oberflächen mit Farbsensoren, Photonik, 5/2010, S.38-42
- [3] Ansgar Wego, Gundolf Geske, Volker Ahrendt: Perzeptiver Dreibereichsfarbsensor vs. Spektralphotometer, Sensor Report 6/2011, S. 8-11

► INFO

Autoren:

- Ansgar Wego, Professor an der Hochschule Wismar, Fachbereich Elektrotechnik und Informatik
- Gundolf Geske, Bereichsleiter Farbsensorik
- Daniel Strandt, Applikationsingenieur

Kontakt:

ASTECH Angewandte Sensortechnik GmbH
 Schonenfahrerstr. 5 · 18057 Rostock
 Tel.: 0381 44073-0 · Fax: 0381 44073-20
 E-Mail: info@astech.de · www.astech.de