



Joachim Hueber

Gütemerkmal Farbe

Farbe als Kriterium für die Qualitätsbestimmung von Produkten ist aus dem industriellen Prozess nicht wegzudenken. Doch wie ist der aktuelle Stand der Technik in Sachen Farbsensorik?

Jeder sichtbare Körper reflektiert Licht. Daher lässt sich die Farbe zur Beurteilung von Objekten in der Automatisierungstechnik nutzen: Farbsensoren sortieren beispielsweise Erzeugnisse nach Farben, prüfen Teile in der Eingangskontrolle, erkennen Farb- und Druckmarken oder kontrollieren die Intensität und Farbe von Leuchtdioden. Doch wie arbeiten moderne Farbsensoren im Detail?

Das Prinzip der Übereinstimmung

Ein Farbsensor vergleicht die Farben oder, besser gesagt, er prüft die Übereinstimmung von Farbwerten. Dazu wird das Messobjekt mit einer Weißlichtquelle (LED) beleuchtet und anschließend erfolgt eine Auswertung der reflektierten Farbanteile. Die Soll-Farben des zu prüfenden Objektes lassen sich im Sensor einlernen und in einem Farbspeicher ablegen, wobei den eingelernten Farben Abweichungstoleranzen zuordenbar sind. Im weiteren Prüfab-

lauf vergleicht der Sensor die gespeicherten Farbwerte mit den ermittelten Werten. Hierzu berechnet er den Farbabstand (ΔE) zwischen der Objektfarbe und der eingelernten Referenz. Der Farbabstand ΔE ergibt sich aus den drei Koordinaten im Lab-Farbraum: Position auf der Rot-Grün-Achse (a), Position auf der Gelb-Blau-Achse (b) und die Helligkeit (L). Stimmen diese Werte unter Berücksichtigung der Toleranzen überein, wird ein verwertbares Ausgangssignal erzeugt. Vorteil bei dieser Methode ist, dass der Sensor die Farben genauso bewertet, wie es ein menschliches Auge tun würde – daher wird dieser Sensor als perzeptiver oder „True-Color“-Farbsensor bezeichnet.

Farbsensoren bestehen in der Regel aus einer Weißlichtquelle, einem Dreibereichsfotodetektor und einem Mikrocontroller. Kern eines Farbsensors von Micro-Epsilon ist ein Fotodetektor, der nach dem Dreibereichsverfahren arbeitet und das reflektierte Licht des Objektes in ein RGB-Signal umwandelt. Der

Mikrocontroller verarbeitet die Signale weiter. Hierbei kann der Anwender auswählen, in welchen Farbraum – zum Beispiel xyY, Lab oder Luv - die Rohwerte umgewandelt werden sollen. Der Controller gibt die aufgenommenen Farbwerte als digitalen Zahlenwert aus, vergleicht sie mit dem Farbspeicher und führt den Ausgängen ein entsprechendes Schaltsignal zu.

Die Farbsensoren der Reihe „Color-sensor“ unterteilen sich in zwei Gruppen: Die erste Gruppe benötigt zur Prüfung einen Lichtleiter. Dazu wird die Elektronik an der Anlage montiert und der Lichtleiter zum Messobjekt geführt. Je nach Anforderung stehen verschiedene Leistungsklassen zur Verfügung. Zudem unterscheiden sich die Modelle durch ihre Empfindlichkeit, die Teach-in-Möglichkeiten sowie die Minimal-Farbabstände. Vorteil dieser Lösung ist, dass Prüfungen auch an kleinen und unzugänglichen Stellen möglich sind.

Die zweite Gruppe umfasst die Festoptik-Sensoren. Sie benötigen keinen

(Bilder: Micro-Epsilon)

Lichtleiter, sondern beleuchten das Messobjekt selbst. Abhängig von der Optik eignen sie sich für verschiedene Oberflächen: Die Klarglasoptik beispielsweise wird für große Abstände und matte Oberflächen herangezogen; für inhomogene, strukturierte und glänzende Oberflächen bieten sich Sensoren mit diffuser Optik an. Falls die Oberfläche stark spiegelt, hilft ein Polfilter. Sensoren mit Ultraviolett-LEDs eignen sich für fluoreszierende Objekte. Für entfernte Messobjekte mit einem maximalen Abstand von 800 mm wiederum gibt es spezielle Sensoren.

Einsatzmöglichkeiten für die Farbsensoren finden sich beispielsweise bei der Tablettenverpackung in der Pharmaproduktion – hier prüft der Farbsensor nach dem Pressen die Farben der Tabletten, so dass die richtigen Tabletten in die richtige Verpackung gelangen. „Blindgänger“ werden gefunden und können ausgeschleust werden. Darüber hinaus kommen die Farbsensoren in der Lackiertechnik, der Oberflächenbeschriftung sowie der Drucktechnik zum Einsatz.

Qualitätskontrolle per Online-Farbmesssystem

Eine andere Methode der Farbmessung ist die der Online-Farbmessung. Im Unterschied zu konventionellen Technologien wird beim „Colorcontrol ACS 7000“ von Micro-Epsilon eine Farbe nicht nur über den Vergleich zum Referenzwert bestimmt, sondern über das Reflexionsspektrum eindeutig identifiziert. Das hierzu verwendete Spektralverfahren ist die genaueste Methode zur

Farbmessung: Zunächst wird die Probe mit homogenem weißem LED Licht beleuchtet. Anschließend wird das Spektrum des reflektierten Lichtes mit einer Weißreferenz verrechnet. Das System ermittelt daraus die Koordinaten im CIE-XYZ-Farbsystem für alle Wellenlängen des sichtbaren Lichts (von 390 bis 780 nm) und gibt sie im gewünschten Farbraum aus. Berücksichtigt werden dabei auch verschiedene Beobachtungsbedingungen wie Lichtart und Normalbeobachter.

Drei Betriebsarten stehen zur Verfügung: In der ersten wird der Farbabstand (ΔE) zur Referenz gemessen, wobei das System mit bis zu 15 eingelernten Werten arbeitet. Im zweiten Modus wird das Reflektivitätsspektrum der Probe ermittelt und ausgegeben. Der dritte Modus bestimmt Farb-Orte und zeigt sie im gewünschten Farbraum an. Zur Qualitätsprüfung kann über einen beliebigen Zeitraum die Trendanalyse über die Farbwerte wahlweise in $L^*a^*b^*$, XYZ oder RGB erfolgen. In allen Modi lassen sich die Messungen mit einer Geschwindigkeit von bis 2 kHz durchführen. Bedienung und Anzeige erfolgen über eine Web-Oberfläche. Mit Hilfe von Tasten am Controller oder über die Bedieneroberfläche lässt sich eine Hell-/Dunkel-Korrektur durchführen. Zur Datenausgabe stehen Ethernet/Ethercat, RS422 und digitale I/Os zur Verfügung.

Dank der hohen Messrate eignet sich das Farbmesssystem für die Überwachung von Farben und Schattierungen in der laufenden Produktion sowie für Labor und industrielle Forschung.



Das Online-Farbmesssystem „Colorcontrol ACS 7000“ kann berührungslos selbst feinste Farbnuancen unterscheiden.



Die Farbsensoren „Colorsensor OT“ mit Festoptik eignen sich für besondere Oberflächen.

LED-Analyzer für die Produktion

Zur Prüfung von Farbe, Intensität (Helligkeit) und Funktion (An/Aus) von LEDs werden LED-Analyzer in der Leuchtdiodenproduktion eingesetzt. Hierfür wird jede einzelne Leuchtdiode über Kunststofflichtleiter mit dem LED-Analyzer verbunden. Je nach Anwendung bietet sich ein kompaktes Modell mit fünf Messstellen an, das in Fünferschritten auf bis zu 20 Messstellen erweiterbar ist. So lassen sich maximal 100 LEDs parallel in weniger als einer Sekunde prüfen. Die LED-Analyzer geben ein Schaltsignal aus – als Zahlenwert oder als Gut/Schlecht-Aussage.

Ausblick

Mit den am Markt verfügbaren 3-Bereichs Farbsensor-Chips lässt sich derzeit keine Verbesserung der Genauigkeit mehr erreichen. Die Entwicklung im Sensor-Bereich geht daher zu mehr als drei farbempfindlichen Empfangsbereichen (6-Farben-Chips). Dabei liegt die Herausforderung darin, eine höhere Messgenauigkeit für weniger Geld zu erhalten. Aus diesem Grund gibt es Entwicklungen von Farbsensor-Chips mit hoher spektraler Empfindlichkeit. Exakte Gitterspektrometer mit entsprechender Auswerte-Einheit sind für die meisten Anwendungen derzeit noch zu teuer. ik



Joachim Hueber

ist Produktmanager Farbsensoren bei Micro-Epsilon Eltrotec in Udingen.