



Automatische Sortierung von Schüttgütern

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung

Fraunhoferstraße 1
76131 Karlsruhe

Ansprechpartner Sichtprüfsysteme

Dr. Kai-Uwe Vieth
Telefon +49 721 6091 279
kai-uwe.vieth@iosb.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Günter Struck
Telefon +49 721 6091 481
guenter.struck@iosb.fraunhofer.de

www.iosb.fraunhofer.de

Aufgabenstellung

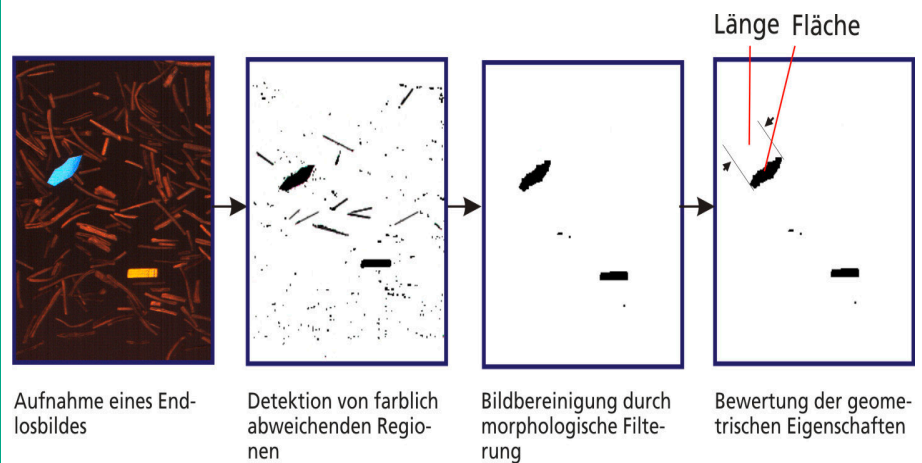
Schüttgüter sind lose Fördergüter in schüttbarer Form, wie z. B. Erz, Kies oder Getreide. Bei der industriellen Verarbeitung von Schüttgütern kommt es oft darauf an, dass das jeweilige Produkt in möglichst reiner Form vorliegt. Zumindest Fremdkörper müssen aussortiert werden, in vielen Fällen auch schlechte Teile. Die Sortierkriterien sind dabei natürlich je nach Art des Produktes verschieden. Zur Illustration der Prüfaufgabe sind hier drei Beispiele dargestellt: Granulate aus Kunststoff, Rippen von Tabakblättern (Rippenstengel) und Mineralien.

Bei der Produktion von Kunststoffgranulat kommt es z. B. auf Farbreinheit des ausgelieferten Produktes an: Objekte mit abweichender Farbe müssen aussortiert werden ohne Rücksicht auf Größe des Objekts oder Art der Farbabweichung. Noch wichtiger ist die Sortierung von Kunststoff-Pellets für das Recycling.

Bei der Herstellung von Zigaretten wird der Tabak auf Fremdkörper untersucht. Die Abbildung zeigt Rippenstengel mit untermischten Fremdkörpern, wie sie im Tabak gelegentlich vorkommen und aussortiert werden müssen, wie z. B. Plastik, Gummistücke und Schnur.

Im Gegensatz zu den Plastikgranulaten hat der Tabak keine reine Farbe, sondern enthält eine Vielzahl von Farbwerten, die durchaus auch zu Fremdkörpern gehören können. Hier muss neben der Farbanalyse auch eine Formprüfung von farblich auffälligen Objekten durchgeführt werden.

Das Bild mit den Mineralien veranschaulicht eine Prüfaufgabe, bei der die Objekte von beiden Seiten zu prüfen sind. Dabei sind z. B. die Flächenanteile an gutem und schlechtem Material für jedes einzelne Objekt zu berechnen und zu bewerten.



Lösung

Für die automatische Sortierung wird das Schüttgut in dünner Schicht auf ein Förderband aufgebracht. Die Geschwindigkeit beträgt z. B. 3 m/s. Am Ende der Transportstrecke löst sich das Produkt vom Band und fliegt in einer Wurfparabel weiter. Während des Flugs wird zunächst mit Hilfe einer farbtüchtigen Zeilenkamera ein Bild aufgenommen. Als Hintergrund dient dabei eine Vorrichtung, deren Farbe und Helligkeit gestaltbar sind. Etwa 20 cm hinter der Sichtlinie der Kamera ist eine Leiste mit Düsen angebracht, mit denen fehlerhafte Teile aus dem Massestrom ausgeblasen werden. Der Abstand von Düse zu Düse beträgt z. B. 5 mm, das entspricht 200 Düsen pro Meter Bandbreite.

Während der Flugzeit von ca. 70 ms zwischen der Sichtlinie der Kamera und der Ausblaslinie erkennt ein schneller Bildauswertungsrechner fehlerhafte Objekte im Massestrom und sorgt dafür, dass die Düsen positions- und zeitgenau angesteuert werden, so dass möglichst nur das fehlerhafte Objekt und wenig gutes Material ausgeblasen wird.

Der Kern des Prüfverfahrens ist oben für die automatische Erkennung von Fremdkörpern in Tabak dargestellt: Im ersten Schritt der Bildauswertung wird für jeden Bildpunkt eine Farbklassifikation durchgeführt; das Ergebnis sind mehrere Binärbilder, in denen alle Bildpunkte markiert sind, deren Farbe im Tabak nicht oder selten vorkommt.

Im nächsten Schritt erfolgt eine Bildbereinigung und letztlich werden die verbliebenen

Objekte vermessen und klassifiziert. Die Entscheidungstabellen für den Farbklassifikator werden vor Beginn der Prüfung automatisch gelernt.

Kennzeichen des Systems

Sensor: farbtüchtige Zeilenkamera mit 2048 Bildpunkten

Beleuchtung: Leuchtstoffröhren

Bildauswerterechner: PC unter Windows mit zwei speziellen Einsteckkarten für die Vorverarbeitung der Bilder

Durchsatz: 20 Mio Pixel/s

Auswerfer: Düsen mit Magnetventilen, Abstand 5 mm

Lernverfahren (Bedienung des Systems): bei Anwendungen wie Tabak und Granulate lernt das System vollautomatisch, auch bei Produktwechsel ist kein Eingriff des Nutzers notwendig.

Sortierleistung (Rippenstengel):
Breite des Förderbandes: 90 cm
Transportgeschwindigkeit: 3 m/s
Massestrom: 2,5 t/h

Detektionsrate: ca. 95 % (bezogen auf einen vom Anwender definierten Satz von Fremdkörpern).

