

Abstract für ICC 2024, Clusterthema „Material & Prozesstechnologien“

Intelligente Hyperspektralkamera zur Erkennung und Bewertung von Objekten wie Textilien

Heinrich Grüger, Jens Knobbe, Tino Pügner

Fraunhofer IPMS

Die hyperspektrale Bildaufnahme wird für zahlreiche Anwendungen zur Erkennung von Objekteigenschaften eingesetzt. Die Kombination von Bildaufnahme mit der Erfassung von spektralen Eigenschaften im Nahinfrarot-(NIR)-Bereich erlaubt die simultane Erkennung von Form, Größe und Farbe sowie der Materialzusammensetzung. Leider erfordert die Aufnahme von NIR Spektralinformationen einen hohen Aufwand, speziell bei den Detektoren. In vielen Anwendungen ist es jedoch nicht zwingend erforderlich, zu jedem Bildpunkt ein Spektrum und die damit verbundenen chemischen Informationen zu erfassen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn davon ausgegangen werden kann, dass ein Objekt – beispielsweise eine Textilie – überall aus dem gleichen Material besteht. Im Prinzip genügt eine einzige Messung an der richtigen Stelle, um ausreichend Informationen zur Verfügung zu stellen. Unter Nutzung von auslenkbaren optischen Elementen wie MEMS-Scannerspiegeln kann mittels KI-gestützter Software eine Messstelle gezielt ausgewählt und angesteuert werden. Die NIR-Spektralanalysemessung erfolgt dann an diesem Punkt. Der Aufbau des Systems benötigt zusätzlich den Scannerspiegel und dessen Ansteuerung. Im Gegenzug wird nur ein NIR-Spektrometer anstelle einer Nahinfrarot-Hyperspektralkamera benötigt.

Die konkrete Umsetzung zielt auf eine Anwendung an einem Förderband. Die Bildaufnahme erfolgt mittels einer hochauflösenden RGB Standard-Industriekamera. Die Bildauswertungssoftware ermittelt hieraus den Ziel-Bildpunkt für die NIR-Spektralanalysemessung. Ein MEMS-Scannerspiegel mit 5 mm Spiegelplattendurchmesser wird quasistatisch so aktuiert, dass die Messung im richtigen Moment an der ausgewählten Stelle erfolgt. Die Erfassung der Spektren erfolgt durch ein parallel messendes Diodenzeilenspektrometer. Bei empfindlichen Proben oder in Situationen, in denen das Signal- Rausch Verhältnis besonders hohe Ansprüche erfüllen muss, kann ein zweiter quasistatischer Scannerspiegel verwendet werden, um die Förderbandbewegung mitzuführen. Hierdurch können auch eventuelle Bewegungsartefakte unterdrückt werden.

Ein konkretes Anwendungsbeispiel ist die Sortierung von Textilien im Weiterverwendungs- bzw. Recyclingprozess. Aus ökologischer und energetischer Sicht ist es erstrebenswert, die einmal hergestellten Textilien möglichst lange zu nutzen und ggf. wieder und weiter zu nutzen („Re-use“) und erst dann zu recyceln, wenn die Textilie entsprechend abgenutzt ist. Hierbei ist dann das Ziel, möglichst wertstabil zu recyceln. Zur ersten Anforderung ist eine Erkennung der Qualität, des Zustands und der Sauberkeit erforderlich, die zweite Anforderung profitiert von Sortierprozessen, die möglichst fein aufgeschlüsselt gleiche Stoffklassen zur Verfügung stellen. Im Anwendungsbeispiel werden entsprechende Objekte zunächst hochaufgelöst mit Standard-RGB-Kameras erfasst. Die Bildauswertung ermittelt unter Nutzung von KI-basierten Algorithmen die Kennwerte wie ursprünglicher Wert, Abnutzungsgrad, sowie eventuelle Beschädigungen und Verunreinigungen. Gleichzeitig werden der bzw. die Zielmessstellen für eine NIR-Materialanalyse festgelegt. Die Materialanalyse nutzt eine hardwarenah implementierte Chemometrie und erlaubt die finale Festlegung für die Verwertung der Textilie in verschiedenen Klassen (z.B. Re-use, Recycle, thermische Verwertung).