

Roboter und Vision: ein starkes Gespann

ROBOTERTECHNIK HAT LÄNGST EINZUG IN DIE VERPACKUNGSINDUSTRIE GEHALTEN. DR. NASRAOUI, SPEZIALIST BEI SCHUBERT, BESCHREIBT DIE AKTUELLSTEN ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN BEI ROBOTER-VISION-SYSTEMEN DES HERSTELLERS VON DIGITALEN VERPACKUNGSMASCHINEN.



++ Bild 1

++ Bild 1
Die Qualitätskontrollalgorithmen des Vision-System überprüfen den gleichmäßigen Auftrag der weißen Creme, die Menge und Qualität der Schokoladenstreifen und allgemein den einwandfreien Zustand des Produkts



++ Bild 2

++ Bild 2
Eine Anwendung im Snack-Bereich: Die Scanner des Vision-System von Schubert erfassen die Lage der Reiskekse und prüfen in einem Soll/Ist-Abgleich ihre einwandfreie Qualität

+ Von allen Sinnen biologischer oder künstlicher Systeme stellt das Sehvermögen die komplexeste Fähigkeit dar. Nicht ohne Grund verbraucht die Verarbeitung visueller Stimuli die meiste Energie im Gehirn. Die Hirnforschung spricht davon, dass etwa 60 % der Großhirnrinde an der Wahrnehmung, Interpretation und Reaktion auf visuelle Reize beteiligt ist.

Kinderleicht und doch komplex

Bevor der Roboter das Kuchenstück aufnimmt, sind eine Reihe von Aufgaben zu lösen, die höchste Formen von Komplexität beinhalten. Das Gebäck muss in den Bereich des Bildaufnahmesensors gelangen. In diesem Fall handelt es sich um einen Auflichtscanner der Gerhard Schubert GmbH aus Crailsheim, Deutschland. Entsprechend der kontinuierlichen Produktbandbewegung nimmt der Auflichtscanner einzelne Bildzeilen auf. Die Firmware setzt die Bildzeilen zu

einem Farbbild zusammen. Zusammengehörige Bildpunkte werden so zusammengefügt, dass sie das Objekt abbilden. Nun kann das Objekt analysiert werden. Je nach Aufgabenstellung berechnen maßgeschneiderte Analysealgorithmen zum Beispiel den Produkttyp, die Lage des Produkts, seine Orientierung und spezifische Produktmerkmale. Auf dieser Basis wird dem Roboter die Aufnahmefreigabe erteilt. Im Falle des Kuchenstücks werden zusätzlich Qualitätskontrollalgorithmen implementiert. Sie überprüfen den gleichmäßigen Auftrag der weißen Creme, die Menge und Qualität der Schokoladenstreifen und allgemein den einwandfreien Zustand des Produkts. Jeder dieser Schritte muss mithilfe formaler Funktionen beschrieben werden, die im Allgemeinen auf numerischer und statistischer Mathematik basieren.

Naturprodukte wie zum Beispiel in Abbildung 3a zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich zwar ähnlich sind, in der Regel aber keines dem anderen gleicht. Algorithmen, mit denen diese Produkte analysiert werden, basieren hingegen auf exakten Wissenschaften und müssen formal beschreibbar und berechenbar sein, ansonsten kann die Maschine sie nicht bearbeiten. Der Mensch kann leicht erkennen, dass es sich hier um „etwa gleich große“ und „mehr oder weniger“

++ Autor:

Dr. Abdelmalek Nasraoui

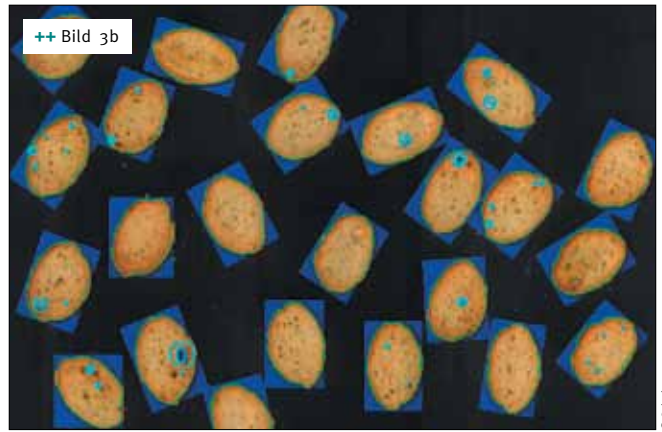
Leiter Forschung-Entwicklung Vision

Gerhard Schubert GmbH • 74564 Crailsheim

info@gerhard-schubert.de • www.gerhard-schubert.de



++ Bild 3a
Nach Qualitätskontrolle werden die Brotscheiben paarweise in einen Schlauchbeutel eingesetzt. Dabei darf die oberste Scheibe jedoch nie größer sein als die unterste



++ Bild 3b
Individuelle Auswertung der Brotscheiben inklusive der Löchergrößenvermessung

gleich aussehende Weißbrotscheiben handelt. Diese Erkenntnis muss jedoch in mathematische Funktionen präzise übersetzt werden. Denn auf Ebene der rechnerischen Auswertung ist genau dies das Einzige, was noch zählt. Form, Größe, Farbe, Textur, Einbrüche, Löcher, Größe und Verteilung der Löcher, verbrannte Ränder etc. – was wir in unserer Wahrnehmung „so nebenbei“ registrieren, muss nun mathematisch erfasst werden, um jede einzelne Brotscheibe als solche zu erkennen und qualitativ zu beurteilen. In dieser speziellen Anwendung werden all die gerade aufgeführten

Merkmale überprüft, ehe der Roboter zugreifen und die Produkte paarweise als zwei Scheiben übereinander in eine Schlauchbeutelkette einlegen kann. Da die Anlage in Japan produziert, darf die obere Scheibe niemals größer als die untere sein. Es wäre sonst dem Kunden gegenüber – kulturell bedingt – „unfein“. Das Ergebnis der Auswertung wird in Abbildung 3b dargestellt. Ein weiteres Beispiel von Naturprodukten wird in Abbildung 4a dargestellt. Hier handelt es sich um sogenannte Papadums, die mit hoher Geschwindigkeit aus der Fritteuse

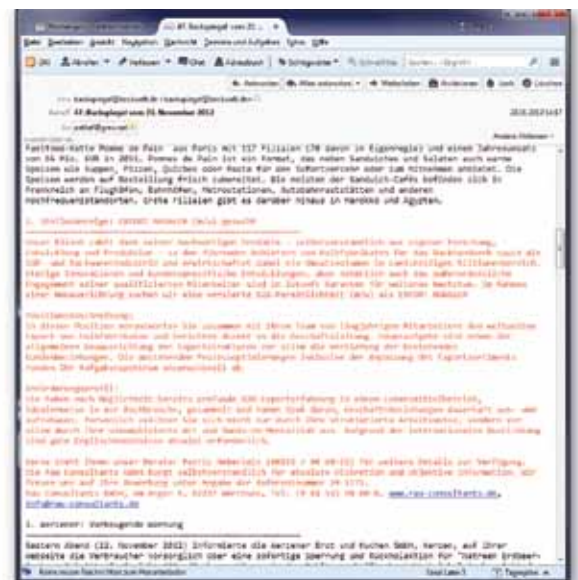
ANZEIGE

Stellenmarkt backwelt/backspiegel

– sehen und gesehen werden –



www.backwelt.de – mehr als 12.000 Fachbesucher jeden Monat



backspiegel – mehr als 5.000 E-Mail-Abonnenten jede Woche

Das macht Stellenanzeigen schnell und effektiv!

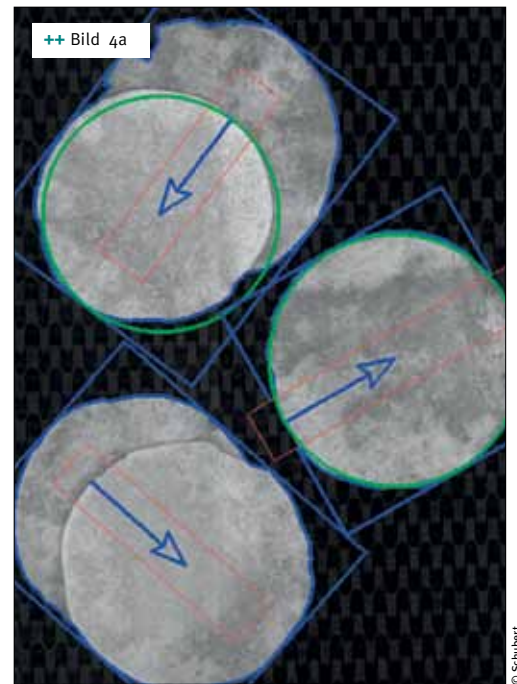
Sprechen Sie uns an: f2m food multimedia gmbh – Wilfried Krause – Telefon +49 (0)40-38616794 – E-Mail: krause@foodmultimedia.de

++ Bild 4a

Papadums auf Gliederkette. Nur das oberste Produkt darf aufgenommen werden

++ Bild 4b

Identifizierung der einzelnen Papadums und Berechnung des oben liegenden Produktes gemäß Lage und Verlauf der Überlappungskurve



herauskommen und manchmal sogar übereinanderliegen. Naturgemäß sind solche Produkte unregelmäßig, sodass man nicht einfach mit einem hinterlegten Model arbeiten kann, zumal Produktberührungen zugelassen sind, bei denen die Aufnahme des obersten Produkts wünschenswert ist. In diesem Fall werden, basierend auf der Form des „Haufens“, die potenziellen Stellen gesucht, die als Überlappungsstellen infrage kommen. Dort werden bestimmte kantenextrahierende Operatoren angewandt, um den Verlauf der Überlappung der aufeinanderliegenden Papadums zu lokalisieren. Aus der Lage und dem Verlauf der so berechneten Überlappungskurve wird dann die Position des obersten Papadums und dessen Mittelpunkt als Greifpunkt des Roboters ermittelt. Das Ergebnis dieser Bildanalyse wird in Abbildung 4b dargestellt. Auf das maschinelle „Handling“ solcher empfindlicher Produkte und die damit verbundene Komplexität des erforderlichen Greiferwerkzeuges und der zu programmierenden Bewegungsabläufe des Roboters wird hier nicht näher eingegangen.

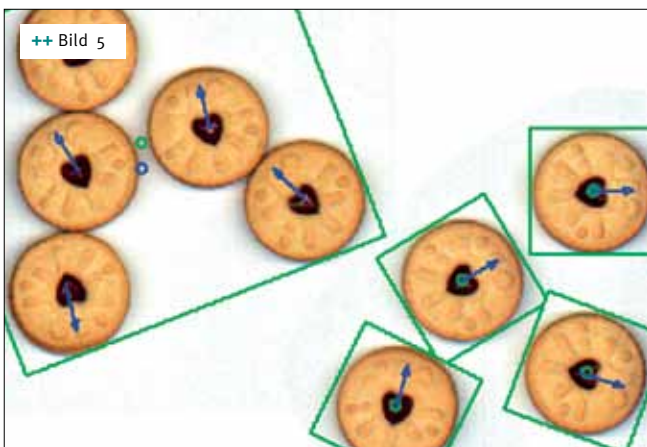
Auch wenn die Produktform regelmäßig ist – wie etwa die Kekse in Abbildung 5 –, so bleiben oft genügend Kundenwünsche offen, etwaige Fehler in der Produktionskette zu detektieren. Im Falle der Kekse auf der Abbildung 5 muss neben der Produktqualität die korrekte Arbeitsweise des Marmeladenspenders zusätzlich noch überprüft werden, denn die herzförmigen Marmeladenfüllungen könnten u. U. zu viel bzw. zu wenig sein oder gar an falscher Stelle auf dem Keks liegen. Ordnungsgemäß verzierte Kekse sollen dann in die Schachtel so abgelegt werden, dass alle Herzen in dieselbe Richtung zeigen. In Abbildung 5 zeigen die Pfeile die wunschgemäß berechnete Herzlage.

Menschen sehen das sofort, Maschinen hingegen müssen lange rechnen, bis sie sich für das Richtige entscheiden. Die heute erreichbare Fülle an Anwendungen konnte erst Wirklichkeit werden, seit intelligente Maschinen mit flexiblen Roboter-Vision-Systemen die Abfolge „Sehen, Entscheiden, Handeln“ meistern. Im Hause Schubert wurde dieser Durchbruch bereits Anfang der 1980er-Jahre erreicht.

Flexible Anlagen sind modular aufgebaut

Bereits in der zweidimensionalen Objekterkennung gibt es keinen allgemein gültigen Ansatz für alle denkbaren Produkte, wie sie Verpackungsroboter handhaben. Bei ein und derselben Anwendung kann es verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Texturen, Verpackungsmaterialien usw. geben. Trotzdem muss immer sichergestellt werden, dass jedes einzelne Produkt in seinem gesamten Umriss und seiner gesamten Oberfläche im Bild sichtbar ist. Nur dann ist eine vollständige Lokalisierung inklusive Qualitätskontrolle möglich.

Für eine einwandfreie Produktion müssen sehr früh in der Konzeption einer Verpackungsanlage Lösungsansätze für die Objekterkennung definiert werden. Die Wahl der Transportbänder als Bildhintergrund, die Beleuchtungsart und -farbe sowie die zu verwendenden Farbsensoren und

**++ Bild 5**

Einzelne Kekse werden erkannt und qualitativ überprüft. Dabei werden die herzförmigen Marmeladenfüllungen auf gewünschte Menge und richtige Lage kontrolliert

Farbräume sind hier für die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Anlage von entscheidender Bedeutung. Das ist nur durch eine modulare Bauweise der Systemkomponenten möglich, um je nach Anwendung das dazu passende Bildverarbeitungssystem zu konfigurieren. Die Schubert-Scanner-Technologie ist so ein modulares Systemkonzept. Damit können sogar im Vorfeld Möglichkeiten geschaffen werden, die Freiräume für Marketing-Ideen und Entwicklungen im Hinblick auf neue Produkte erschließen.

Auf der Softwareebene wird ebenso modular verfahren. Oberstes Gebot bleibt die Benutzerfreundlichkeit des Systems. Das fängt mit der klaren Strukturierung des Konzepts an, die sich in der grafischen Oberfläche und der Handhabung der System- und Produktparameter widerspiegelt.

Ein System, das Laien nicht bedienen können, ist in den Produktionsstätten nutzlos. Die Komplexität sollte dem Benutzer verborgen bleiben – bei vollem Erhalt der Funktionalität des Gesamtsystems. Die Schubert-Bildverarbeitung basiert auf solchen Softwarekonzepten.

**Angewandte Bildverarbeitung
als Schlüsseltechnologie für sehende Roboter**

Es gibt Anforderungen, die trotz modernster Rechnertechnologien an Grenzen sinnvoller Einsetzbarkeit stoßen. Die Analyse der Produkttextur in der Lebensmittelindustrie oder die Beurteilung der Oberflächenqualität eines Werkstücks können besondere Herausforderungen darstellen. Unter Umständen braucht es einen höheren Aufwand, um robuste Zeichenerkennung und Verifizierung sicherzustellen. Das kann zusätzliche Hardwarekomponenten und Spezialsoftwaremodule oder aufwendige Beleuchtungsvorrichtungen etc. bedeuten.

Weitere, womöglich spezielle und meistens komplizierte Zusatzkomponenten erschweren jedoch die Bedienfreundlichkeit, vor allem aber auch die Wartungsfreundlichkeit des Systems und verletzen zwangsläufig das Prinzip der Modularität. Die einfachsten Lösungen bleiben nach wie vor die besten. Man muss sie eben finden.

Die 3-dimensionale Bildverarbeitung steht heute an der Schwelle ihres allgemeinen Einsatzes in den Produktionsanlagen. Neben der Triangulation ist dabei der Stereo-Ansatz vielversprechend. Aufgrund mehrerer vorteilhafter Eigenschaften der Stereo-Bildverarbeitung, vor allem im Hinblick auf System-Design und Handhabung als auch was das breitere Einsatzspektrum anbelangt, werden diese Systeme in naher Zukunft ihren Einsatz in der Praxis finden.

Oft führen eigene Wege zu innovativen Produkten. Der SCHUBERT-2D-Scanner ist so ein Produkt. Der SCHUBERT-3D-Scanner wird ein solches innovatives Produkt werden. +++

ANZEIGE

**Macht Augen
groß und größer...**



**Beta
HaferGold**
...senkt
Cholesterin

- Wertvoller Hafer
- Korneigenes Beta-Glucan
- Natürlich Vollkorn
- Schmeckt angenehm mild



Bereits 2 Scheiben (100 g) Beta HaferGold pro Mahlzeit können zu einer cholesterinbewussten Ernährung beitragen. Hafer Beta-Glucane senken den Cholesteringehalt im Blut nachweislich.

Bereits die tägliche Aufnahme von 3 g Hafer-Beta-Glucan verringert/reduziert nachweislich den Cholesteringehalt im Blut. Ein hoher Cholesterinwert gehört zu den Risikofaktoren für die koronare Herzkrankung. European Food Safety Authority (EFSA), Health Claim

**Schapfen
Mühle**
seit 1452



SchapfenMühle GmbH & Co. KG
89081 Ulm-Jungingen

Telefon 07 31/9 67 46-28
info@schapfenmuehle.de
www.schapfenmuehle.de



Dies ist ein Artikel aus der Fachzeitschrift **brot+backwaren, die 6-mal jährlich erscheint.**

Als Abonnent erhalten Sie die Fachzeitschrift mit Praxisreportagen, Berichten aus Forschung und Entwicklung, Marktanalysen und Firmenportraits sofort nach Erscheinen. Damit haben Sie einen fundierten und umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Technik sowie der Backbranche.

Interessierte können die Zeitschrift unter
www.brotundbackwaren.de

zum Kennenlernen kostenlos und unverbindlich
zum Probelesen bestellen.

In unserem Archiv auf dieser Homepage finden Sie sämtliche Berichte auch als PDF-Datei. Die Fachartikel finden Sie dort nach Jahrgängen sortiert; sie können per Volltextsuche durchsucht werden.

++ Copyrights, Texte zitieren und nutzen

Bitte beachten Sie, dass das einfache Zitieren unserer Texte erlaubt ist, solange sich die Länge des Zitats im Rahmen hält. Dabei halten wir drei Sätze für eine gute Grenze. Verlinken Sie bitte auf unseren Text. Nur wenn Sie mit dem Zitat Werbung machen oder es gewerbsmäßig an Dritte weitergeben wollen, fragen Sie uns bitte erst unter info@foodmultimedia.de.

Längeres Zitieren oder Übernehmen unserer Texte ist nur nach Übereinkunft mit f2m erlaubt. Bilder aus unseren Texten sowie Videos dürfen nur nach Lizenzierung mit den Rechteinhabern weiterverwendet werden.

Ansonsten gilt das übliche Copyright: Wir, die f2m food multimedia gmbh, behalten uns alle Rechte an den Beiträgen auf unserer Seite vor.

++ Haben Sie noch Fragen? Dann wenden Sie sich bitte an uns.