



Mittelstand-Digital
Zentrum
Darmstadt

Datenbasierte Qualitätssicherung mit künstlicher Intelligenz – ein Leitfaden aus der Praxis



Mittelstand-
Digital 

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Was Sie in dieser Handreichung erwartet:

KI-Projekte sind oftmals schwer greifbar. Die Technologie scheint hoch entwickelt und leistungsfähig, doch wo setzt sie sich überhaupt ein? In dieser Handreichung steigen wir direkt in die Anwendung ein und schildern anhand eines Praxisprojekts das A-Z eines KI-Projekts und welche Schritte dabei zu beachten sind.

1. Ausgangssituation und Problemanalyse
2. Vorgehen und Lösungsfindung
3. Lösungsimplementierung
4. Fazit

Ausgangssituation

Die Wilhelm Brandenburg GmbH produziert mit 2800 Wurst- und Fleischwaren für den Verkauf in Supermärkten. Die frische Ware muss daher gut und nach hohen hygienischen Standards verpackt werden. Im Rahmen eines sechsmonatigen Digitalisierungsprojekts wurde eine automatisierte Überwachung von Prozesszuständen an einer Verpackungsanlage der Wilhelm Brandenburg GmbH & Co. OHG etabliert. Die Anlage verursachte eine große Zahl an Plastikabfällen, einerseits durch Rüstvorgänge, andererseits durch Produktionsfehler (Abbildung 1). Da die Packungen manuell kontrolliert und aussortiert werden, findet keine Dokumentation der Ausschussmenge statt. Ohne die Kenntnis über die Zahl der aussortierten Packungen ist eine Verbesserung des Prozesses jedoch kaum möglich, da eine Verifikation der Maßnahmen ohne verlässliche Zahlen kaum möglich ist.

Vorgehen

Das Ziel des Umsetzungsprojekts ist die automatisierte Erfassung aller Verpackungen und deren Kategorisierung in i.O. (in Ordnung) und n.i.O. (nicht in Ordnung) Packungen.



Abb. 1.: Aufbau der optischen Einheit zur Erfassung fehlerhafter Verpackungen mittels Methoden des Deep Learning

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden zunächst die Anforderungen definiert. Dabei hat sich gezeigt, dass die Verwendung von berührungslosen Sensoren erforderlich ist, um eine Beschädigung der produzierten Packungen ausschließen zu können. Neben der Entwicklung des optischen Systems zur Erfassung und der Implementierung eines KI-basierten Modells zur Kategorisierung der Verpackungen wurde im Rahmen des Projektes ebenfalls eine Übertragbarkeit der Lösungen auf weitere Prozesse und Produktionslinien mitberücksichtigt.

Systemlösung

Aufgrund dieser Anforderungen wurde die Verwendung eines optischen Systems zur Erfassung der Packungen gewählt. Das entwickelte System ist im rechten Teil von Abbildung 1 zu sehen. Es besteht aus einer 20 Megapixel Kamera mit zugehörigem Objektiv, einem Ringlicht und einem Messsystem zur Verarbeitung und dem Management der Bilddaten. Die Kamera nimmt dabei jeweils zwei vollständige Reihen auf, um alle Packungen abzubilden.

Die aufgenommenen Daten werden anschließend verarbeitet. Dazu werden die erfassten Bilder zunächst automatisch in Bilder von den einzelnen Packungen aufgeteilt und die Einzelbilder anschließend vorverarbeitet. Die vorverarbeiteten Bilder dienen als Grundlage für das Training eines Convolutional Neural Network (CNN) zur Kategorisierung der optisch erfassten Plastikverpackungen. Die besten Ergebnisse wurden durch ein adaptiertes Pre-Trained Netz (ResNet50V2) erzielt. Es erreicht bei der Unterscheidung in Bilder von gefüllten sowie ungefüllten und defekten Verpackungen eine Genauigkeit von $99,9 \pm 0,04$ %. Bei der Kategorisierung von neuen Wurstsorten, die nicht in den Trainingsdaten des Modells enthalten waren, erzielt das Modell eine Genauigkeit von $99,7 \pm 0,15$ %. Damit besteht die Möglichkeit, das Modell auch ohne erneutes Training auf ähnlichen Linien einzusetzen, auf denen ggf. andere Produkte verpackt werden. Die Ergebnisse sind beachtlich: Der Materialwert der Systemlösung betrug nur rund 1200€.

Fazit

Nach Beendigung des Projektes besteht für die Wilhelm Brandenburg GmbH & Co. OHG somit die Möglichkeit das entwickelte System in bestehende Anlagen zu integrieren (Retrofit) und einen entscheidenden Beitrag zur Digitalisierung solcher Anlagen zu leisten. Um die während des Vorhabens aufbekommenden Herausforderungen des mangelnden Bauraums an der Produktionsstraße sowie das seltene Auftreten von fehlerhaft gefüllten Verpackungen (z.B: Fleisch in der Schweißnaht) zu meistern, soll das System in Zusammenarbeit zwischen der Wilhelm Brandenburg GmbH & Co. OHG und dem Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen weiterentwickelt werden. In Zukunft ist eine direkte Integration der Kamera im Deckenbereich der Produktionsstraße vorgesehen, um den knappen Bauraum an der Linie zu vermeiden und trotzdem Bilder von den bereits etikettierten Verpackungen verwenden zu können. Mit diesem Aufbau ist es zusätzlich möglich Daten längerfristig aufzuzeichnen und so eine noch breitere Datengrundlage zu schaffen. Darüber hinaus gilt es die Echtzeitfähigkeit des Systems zu testen. Bei einer echtzeitfähigen Verarbeitung kann das System nicht nur zur Dokumentation von Fehlern eingesetzt werden, sondern auch die Mitarbeitenden bei der Beurteilung der Verpackungen unterstützen.

Lust auf mehr?

Hierfür bietet das Mittelstand-Digital-Zentrum Darmstadt - basierende auf aktuellen Forschungsergebnissen und Erkenntnissen aus der Praxis - die Seminare an, die grundständiges Wissen zum Themenfeld vermitteln, mit Beispielen hinterlegen und insbesondere KMU dafür sensibilisieren möchten.

Zudem besteht die Möglichkeit im Rahmen eines individuellen Fachgesprächs gemeinsam tiefer in Ihre konkreten Herausforderungen einzusteigen sowie erste Impulse für geeignete Umsetzungswege in Ihrem Unternehmen zu entwickeln.



Autor

Sven Varchmin (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der Technischen Universität Darmstadt. Durch erste Industrieerfahrungen bei einem großen Automobilhersteller kam er mit dem Thema Qualitätssicherung und -Messung in Kontakt. In seiner aktuellen Forschung beschäftigt er sich damit, wie die Bildanalyse durch KI-Algorithmen solche Prozesse automatisieren kann.

Das Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

Das Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt gehört zu Mittelstand-Digital. Mit Mittelstand-Digital unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk. Sieben Partner aus Wissenschaft und Praxis bündeln ihr Digitalisierungs-Knowhow im Mittelstand-Digital Zentrum. Vertreten sind vier Institute der Technischen Universität Darmstadt, zwei Fraunhofer-Institute sowie die Industrie- und Handelskammer Darmstadt Rhein Main Neckar. Die kostenfreien, praxisorientierten Angebote decken vom Einstieg in das Thema Digitalisierung über Weiterbildung bis hin zur Umsetzung konkreter Lösungen ein breites Spektrum ab. www.digitalzentrum-darmstadt.de

Herausgeber

IHK Darmstadt Rhein Main Neckar
Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt
Salome von der Born
Rheinstraße 89 • 64295 Darmstadt
Salome.von-der-born@darmstadt.ihk.de

Bildnachweis

Autorenportrait © PtU, TU Darmstadt
alle weiteren Abbildungen © PtU, TU Darmstadt