



Ein Quick Check des KI-Fortschrittszentrums

Lageinvariante Klassifizierung von Zähnen

Ausgangssituation

Für dentale Prothesen stellt die VITA Zahnfabrik jährlich mehrere Millionen Konfektionszähne mit unterschiedlichen Zahngeometrien her. Prozessbedingt erfolgt die Fertigung der Zähne nicht sortenrein, sondern unterschiedliche Zahntypen werden vermischt. Nach der Herstellung liegen die Zähne als Schüttgut in Behältern vor, die viele unterschiedliche Zahngeometrien beinhalten. Für den Verkauf müssen die Zähne einzeln und entsprechend ihrer Geometrie sortenrein vorliegen. Sortiert wird bis heute manuell oder selten mithilfe eines klassischen Bildverarbeitungssystems. Letzteres ist jedoch nicht ausreichend zuverlässig und nur einsetzbar, wenn ausschließlich deutlich unterschiedliche Zahngeometrien vorliegen. Im Rahmen des Quick Checks sollte ein KI-basiertes optisches Erkennungssystem untersucht werden, um die unterschiedlichen, teilweise sehr ähnlichen Zähne automatisch und sehr genau zu sortieren.

Lösungsidee

Hierfür soll ein KI-basierter Ansatz genutzt werden. Anders als bei regelbasierten Bildverarbeitungsalgorithmen für die Klassifikation werden die Unterscheidungsmerkmale nicht manuell ausgewählt, sondern während des Modelltrainings automatisch gelernt.

Der notwendige Trainingsdatensatz wird aufgebaut, indem Bilder der Zähne in unterschiedlichen Orientierungen aufgenommen werden. Hierfür werden Zähne eines bekannten Typs einzeln. Das trainierte KI-Modell wird im Anschluss genutzt, um unbekannte Zähne dem korrekten Geometrietyp zuzuordnen. Da die Zähne auch in unterschiedlichen Farbvarianten auftreten, werden die Bilder zunächst binarisiert. Somit unterscheidet das KI-Modell unabhängig von der Zahnfarbe und nur abhängig von der Geometrie des Zahns.

Testimonial

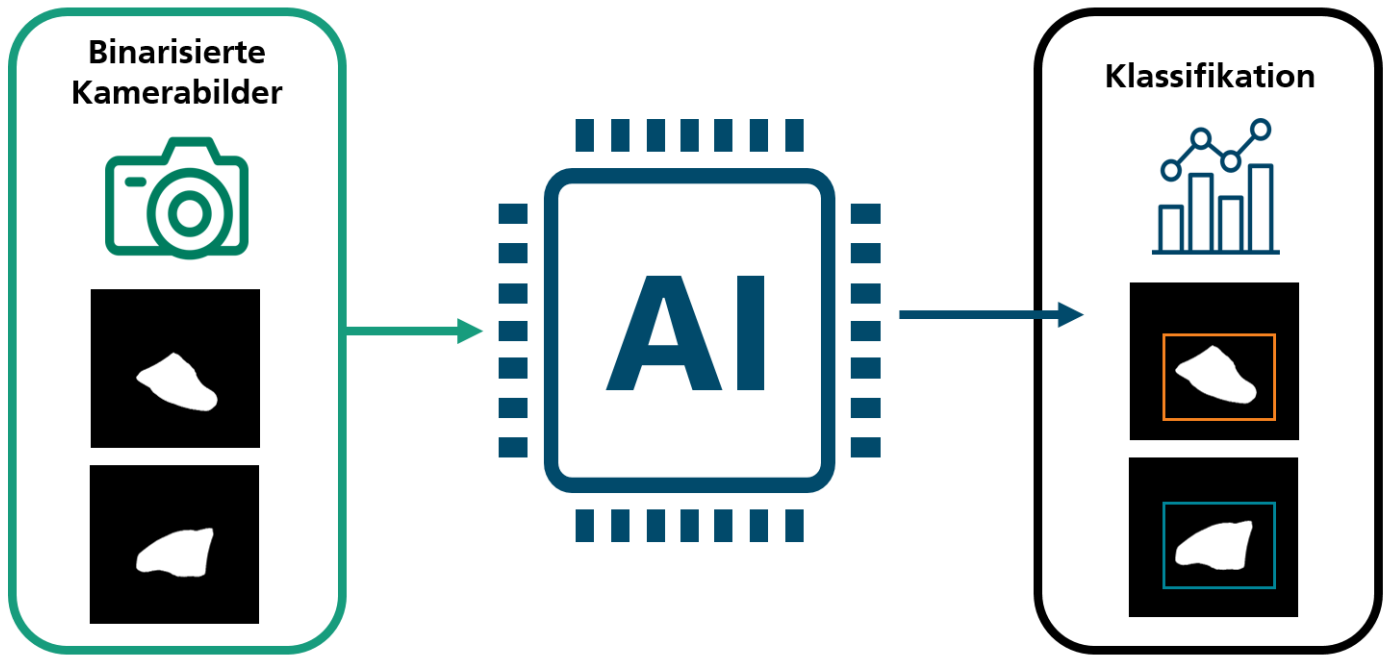
»Die erreichten Ergebnisse übertreffen unsere Erwartungen. Die kreative Herangehensweise an die sehr anspruchsvolle Aufgabe sowie die erarbeiteten Lösungen sind überzeugend. Wir befinden uns deshalb aktuell in Gesprächen über die Fortführung der Arbeiten und die Umsetzung in eine automatisierte Sortieranlage.«

- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rauh

In Zusammenarbeit mit

VITA

VITA



Schematische Darstellung der KI-basierten Sortierung, Quelle: Fraunhofer IPA

Nutzen

Diese automatisierte Zahnklassifikation ergibt Vorteile, die sich positiv auf die Produktivität bei der VITA Zahnfabrik auswirken können. Zunächst reduzieren sich die Personalaufwände für das manuelle Sortieren der Zähne. Zudem fällt das zeitintensive Vorsortieren der Zähne weg, das für die vorhandene Sortieranlage erforderlich war. Dies spart Zeit und steigert die Effizienz, was wiederum dem Arbeitskräftemangel entgegenwirkt und die Produktion resilienter machen kann. Weiterhin steigert das Projekt die Sortiergenauigkeit und die Nachsortierung ist weniger aufwendig. Insgesamt kann das Projekt erheblich Kosten senken, was zur Standortsicherung des Unternehmens beiträgt.

Umsetzung der KI-Applikation

Für die KI-basierte Sortierung wurde ein Neuronales Netzwerk zur Objekterkennung eingesetzt. Durch die mechanische Zuführung des Sichtprüfaufbaus befindet sich jeweils nur ein Zahn im Sichtbereich der Kamera. Allerdings werden die Zähne nicht in eine definierte Lage gebracht, sondern können sich in einer beliebigen Objektlage befinden. Um dennoch ein robustes Sortiersystem zu implementieren, wurde zum einen ein automatisiertes System zur Datenaufnahme aufgebaut, bei dem die Zähne ohne manuelle Aufwände in unterschiedlichen Lagen aufgenommen werden können. Dadurch ergibt sich ein großer Trainingsdatensatz, der auch seltene Objektlagen repräsentiert. Zum anderen wurden die Bilder während des Trainings rotiert.

Somit können Rotationen um die Z-Achse der Kamera automatisiert simuliert werden und das resultierende Netzwerk wird invariant gegenüber dieser Rotation der Zähne.

Im Quick Check wurden 28 unterschiedliche Zahngeometrien untersucht, die ein hohes Verwechslungspotenzial aufweisen. Diese Zahntypen können auf ungesesehenen Testdaten zu 99,6 Prozent korrekt klassifiziert werden. Damit erfüllt die erzielte Sortiergenauigkeit deutlich die von VITA Zahnfabrik gestellten Anforderungen an ein automatisiertes Erkennungssystem für Zähne.

Kontakt

Frederik Seiler

Telefon +49 711 970-1279
frederik.seiler@ipa.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Ira Effenberger

Telefon +49 711 970-1853
ira.effenberger@ipa.fraunhofer.de

Kontakt:

info@ki-fortschrittszentrum.de

Weitere Informationen unter:

www.ki-fortschrittszentrum.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

www.ipa.fraunhofer.de

KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik«

Eine Kooperation der Fraunhofer-Institute für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Das KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik« unterstützt Firmen dabei, die wirtschaftlichen Chancen der Künstlichen Intelligenz und insbesondere des Maschinellen Lernens für sich zu nutzen. In anwendungsnahen Forschungsprojekten und in direkter Kooperation mit Industrieunternehmen arbeiten die Stuttgarter Fraunhofer-Institute für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO daran, Technologien aus der KI-Spitzenforschung in die breite Anwendung der produzierenden Industrie und der Dienstleistungswirtschaft zu bringen. Finanzielle Förderung erhält das Zentrum vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg.

Europas größte Forschungs- kooperation auf dem Gebiet der KI

Das KI-Fortschrittszentrum ist Forschungspartner des Cyber Valley, einem Konsortium aus den renommierten Universitäten Tübingen

und Stuttgart, dem Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme und einigen führenden Industrieunternehmen. In gemeinsamen Forschungslabors werden Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Entwicklung zu aktuellen wie auch zukünftigen Bedarfen behandelt und vorangetrieben.

Menschzentrierte KI

Alle Aktivitäten des Zentrums verfolgen das Ziel, eine menschenzentrierte KI zu entwickeln, der die Menschen vertrauen und die sie akzeptieren. Nur wenn Menschen mit neuen Technologien intuitiv interagieren und vertrauensvoll zusammenarbeiten, kann ihr Potenzial optimal ausgeschöpft werden. Daher konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten unter anderem auf die Themen Erklärbarkeit, Datenschutz, Sicherheit und Robustheit von KI-Technologien.

www.ki-fortschrittszentrum.de

Kontakt

Prof. Dr. Marco Huber
Telefon +49 711 970-1960
marco.huber@ipa.fraunhofer.de

Dr. Matthias Peissner
Telefon +49 711 970-2311
matthias.peissner@iao.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Werner Kraus
Telefon +49 711 970-1049
werner.kraus@ipa.fraunhofer.de

Kooperationspartner



Gefördert durch

