
Institutsbezeichnung:	DWI – Leibniz Institute für Interaktive Materialien Lehrstuhl für Bildverarbeitung der RWTH Aachen (LfB)
Projekttitel:	Künstliche Intelligenz zur Klassifizierung von Tierhaaren
Forschungsleitthemen:	Bekleidung, Heimtextilien
Antragsvolumen:	450.000.- € (DWI: 225.000 €; LfB: 225.000 €)
Projektlaufzeit:	24 Monate

Kurzfassung

Problemstellung:

Die Produkteigenschaften von Textilien aus Tierhaaren wie Griff, Geruchsbildung oder Festigkeit hängen stark von den Fasereigenschaften der Tierart ab und bestimmen schlussendlich die Preisgestaltung. So kostet beispielsweise Kaschmirwolle 8-10 mal mehr als Schafswolle. Dieser Preisunterschied sorgt dafür, dass häufig versucht wird, mittels verschiedenster Methoden minderpreisige Tierhaare (Schafswolle) im Hinblick auf die zur Identifizierung genutzten Merkmalen den höherpreisigen Pendanten (Kaschmir) anzunähern. Eine fälschungsrobuste Identifizierung der Tierart ist daher für Textil- wie BekleidungsHersteller und Händler essentiell zur Vermeidung wirtschaftlicher Schäden.

Es existieren diverse kommerziell verwendete Methoden zur Tierhaaridentifikation, denen entweder chemische oder optische Funktionsprinzipien zugrunde liegen. Da chemische Methoden wie die DNA-Analyse (ISO 10874) anfällig gegenüber Einflüssen relevanter Veredelungsverfahren (wie bspw. die Bleiche) sind, eignen sie sich nicht uneingeschränkt zur Tierhaaridentifikation. Grundlage der optischen Tierhaaridentifikation ist die Tatsache, dass die mikroskopischen äußeren Strukturen der Haare je nach Tierart variieren. Derzeitige Standardtestverfahren zur Analyse von Mischungen aus speziellen Tierhaaren mit Schafswolle basieren auf der Rasterelektronenmikroskopie (REM) (IWTO-Testmethode 58 und ISO 17751-2) und der Lichtmikroskopie (LM) (ISO 17751-1, AATCC-Testmethode 20A-2000 und ASTM-Methode D629-88). Aufgrund der niedrigen Auflösung ist die Analyse der Oberflächenstruktur mittels LM nur begrenzt möglich, während bei REM die Farbinformationen verloren gehen. Die Testgenauigkeit hängt bei beiden Methoden stark von der Erfahrung des Bedieners mit dem visuellen / mikroskopischen Erscheinungsbild der verschiedenen Tierhaare ab. Infolgedessen sind die derzeitigen, bedienerbasierten Verfahren langwierig und subjektiv. Aufgrund niedriger Stichprobengrößen, der Charakterisierung nur einzelner Fasertypen und niedriger Bildauflösung wurde keine der bereits etablierten Testmethoden als globaler Standard akzeptiert. Ein solcher Standard sollte folglich möglichst automatisiert sein, sowohl die Analyse der Oberflächenstruktur als auch Farbinformationen mit einbeziehen, und mit großer Probenzahlen validiert werden. Zudem sollten die Proben aus verschiedenen Regionen stammen, um regionale Unterschiede in den Tierhaarfasertypen abzudecken.

Zielsetzung:

Methoden zur fälschungsresistenten Identifikation von Tierhaaren basierend auf der automatisierten Analyse von hochauflösenden REM wie LM Bildern sollen entwickelt werden, um die Effektivität und Genauigkeit des Erkennungsprozesses zu erhöhen und gleichzeitig die Kosten zu minimieren. Ziele sind (i) die Erstellung einer Tierhaarfaserdatabank als Arbeitsgrundlage, (ii) Gezielte Modifikation der Tierhaarfaserdatabank mit chemischen/mechanischen Verfahren, um Fälschungen nachzubilden, (iii) Entwicklung eines Werkzeugkastens (toolbox) zur automatisierten, fälschungsresistenten Identifikation von Tierhaaren basierend auf den Aufnahmen aus (i). Abschließend soll ein Vergleich der Ergebnisse des Werkzeugkastens mit denen der bereits etablierten Methoden hinsichtlich Fälschungsresistenz und Genauigkeit durchgeführt werden (iv). Basierend auf dem Vergleich wird eine Handlungsempfehlung für die Industrie abgeleitet.

Lösungsweg:

Das am DWI entwickelte Protokoll zur Faservermessung mittels REM wird weiter verbessert, um alle Faserparameter einschließlich der Oberflächenrauigkeit bei einer Auflösung von 5 nm leicht extrahieren zu können. Die Musterbibliothek wird aus den gängigsten Tierhaarfasertypen (12) bestehen, einschließlich unbehandelter wie behandelter Fasern. So werden Basolan, Hercosett und Merzerisation sowie enzymatische Verfahren dazu verwendet, die Oberflächenstruktur von Tierhaarfasern gerichtet zu verändern und den Fälschungsprozess nachzustellen.

Das LfB schreibt eine Toolbox zur Extraktion der benötigten Parameter aus REM+LM-Bildern, welche mit den gegebenen Tierhaardefinitionen verwendet werden, um eine Klassifikation durchzuführen. Hierbei werden neue Merkmale, wie bspw. Textur-Features zur genaueren quantitativen Bestimmung der

Oberflächenrauigkeit, entwickelt. Ferner wird die Eignung der aufgestellten Parameter zur Identifikation des Tierhaartyps sowie von Fälschungsversuchen mittels klassischem Machine Learning untersucht. Diesem Ansatz wird ein Deep Learning Verfahren basierend auf Convolutional Neural Networks (CNN) gegenübergestellt, welches nicht die explizite Extraktion der genannten Merkmale aus den Mikroskopieaufnahmen benötigt.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Nutzer sind die immer noch stark mittelständisch geprägten, von den hohen Importen aus dem außereuropäischen Ausland betroffenen Betriebe im Bereich Garn- und Gewebeherstellung sowie Veredlung, die hochwertige und teure Woll- und Kaschmir-Bekleidung sowie Heimtextilien herstellen. Auch in Deutschland ansässige Konfektionäre hochpreisiger Textilien im Bereich der Luxus-, Berufs- und Sportkleidung profitieren von diesem Projekt. Zuletzt sind auch die deutschen Anbieter von Tierhaar- und Faserbestimmung als Nutzergruppe zu nennen.

Eine erfolgreiche, fälschungsresistente Tierhaaridentifikation hat hierbei dreierlei Nutzen: So sorgt sie zum einen dafür, dass durch eine erhöhte Genauigkeit ein Image-Verlust vermieden werden kann. Zum anderen können nachgelagerte Kosten bei erst rückwirkender Fälschungserkennung vermieden werden. Zuletzt erhöht eine automatisierte, KI-gestützte Tierhaarfaserbestimmung die nationale wie internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Anbieter solcher Bestimmungsdienstleistungen.

Transfer und beabsichtigte Umsetzung:

Die Bearbeitung des Vorhabens erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem Industrieverband Veredlung - Garne - Gewebe - Technische Textilien e.V. (IVGT) der Deutschen Wollvereinigung und dem Verein deutscher Kammgarnspinnere und den in diesen Verbänden organisierten Betrieben. Außerdem werden Betriebe aus den Bereichen Textilveredlung und dem Bekleidungssektor sowie Anbieter der Tierhaarbestimmung hinzugezogen. Die Forschungsergebnisse werden bei den Sitzungen des PA vorgestellt und von den beteiligten KMU hinsichtlich einer Übertragbarkeit in die Praxis bewertet. Ferner werden die Forschungsergebnisse auf Fachkonferenzen präsentiert und in Fachzeitschriften veröffentlicht.