3Dsensation

MASCHINEN LERNEN VERSTEHEN

3D-Technologien für die Mensch-Maschine-Interaktion

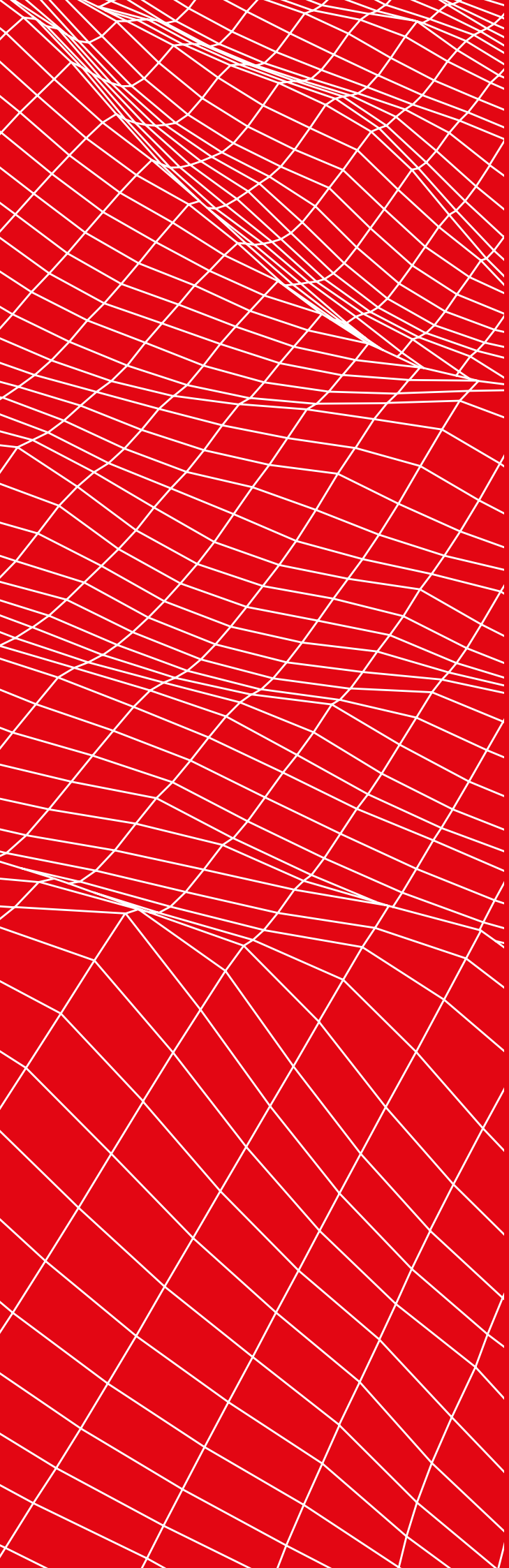
Strategiebericht 2019

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

zwanzig20 PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

UNTERNEHMEN REGION Die BMBF-Innovationsinitiative Neue Länder



Vorwort

Seit 2013 hat es sich die Forschungsallianz 3Dsensation zur Aufgabe gemacht, Durchbruchsinnovationen in den Bereichen Datenerfassung, Datenverarbeitung und Datenwiedergabe für die Mensch-Maschine-Interaktion zu entwickeln. 87 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft arbeiten seither an benutzerfreundlichen und anwendungsorientierten Lösungen für die Bereiche Gesundheit, Produktion, Mobilität und Sicherheit. Insbesondere das Thema der künstlichen Intelligenz »KI« spielt hier eine zunehmend zentrale Rolle.

Dass die Arbeit von 3Dsensation wichtige Bedarfsfelder adressiert, ließ sich sowohl am großen Medieninteresse sowie an der positiven Resonanz zu ihren Messeauftritten zeigen. Sowohl auf der weltweit größten Fachmesse für Consumer Electronic »CES« in Las Vegas als auch auf der Hannover Messe, konnten Exponate aus den 3Dsensation-Forschungsvorhaben viele Besucher und Kooperationspartner begeistern und fanden Erwähnung in einer Vielzahl einschlägiger Fachmedien. Zusätzlich begrüßte ein Interaktions-Exponat aus der Projektgruppe rund um Dr. Peter Kühmstedt vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik über ein halbes Jahr lang Besucher und Angestellte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in Berlin im Rahmen einer Dauerausstellung.

Die positive öffentliche Wahrnehmung der Allianz 3Dsensation konnte nur dank der effizienten und konstruktiven Zusammenarbeit des Konsortiums erreicht werden. Unser Dank gilt deshalb den Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft für die aktive und rege Beteiligung an der stetigen Weiterentwicklung von 3Dsensation. Ebenfalls möchten wir uns bei den Mitgliedern des Lenkungskreises und des Beirats für ihre langjährige konstruktive Beratung bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Analyse und Monitoring		**04**
Erfolgsmonitoring / Befragung der Vorhabenleiter 2018		06
Begleitende Forschungsmaßnahmen		08
InnoFo3D - Innovationsforschung 3Dsensation		08
InnoFly3D - Innovations- und Technologietransfer		10
Wirkungsmessung - Allianz 3Dsensation		12
Verbundvorhaben		**14**
1.Call	**ComfyDrive** - Integration von 3D-Fahrzeuginnenraum- und -umfelderfassung zur Steigerung des Nutzererlebnisses beim hochautomatisierten Fahren	18
1.Call	**cSoC-3D** - Echtzeitfähige 3D-Datenverarbeitung auf kaskadierten, analog-digitalen customized System on a Chip (cSoC)-Architekturen	20
1.Call	**FOLLOWme ILS** - Intralogistiksystem mit FahrerlosemTransport-System	22
1.Call	**MOVA3D** - Multimodaler Omnidirektionaler 3D-Sensor für die Verhaltensanalyse von Personen	24
2.Call	**EASY COHMO** - Ergonomics Assistance Systems for Contactless Human-Machine-Operation	28
2.Call	**ROTATOR** - Dreidimensionale Out-of-Stock-Erfassung mittels autonomer mobiler Roboter	30
2.Call	**Uro-MDD** - Endoskopische Panoramabildgebung und faseroptische Spektroskopie in der Urologie zur multidimensionalen Diagnostik	32
2.Call	**3Dfinder** - Robuste Generische 3D-Gesichtererfassung für Authentifizierung und Identitäts-Prüfung	34
2.Call	**AssiQ** - Assistenzsystem zur Qualitätsüberwachung	36
2.Call	**3D-Montageassistent** - 3D-basierte Assistenztechnologien für variantenreiche Montageprozesse - Menschzentrierter Arbeitsplatz der Zukunft	38
2.Call	**FASTER** - Modulare Sensoren für natürliche Mensch-Maschine-Interaktion und kontinuierliche Prozesse	40
2.Call	**3DLivingLab** - Demonstrator 3D-LivingLab für die allianz 3Dsensation	42
3.Call	**3DKosyma** - Kollaboratives, ortsflexibles Prüfsystem mit Mensch Maschine Interaktion für die 3D-Qualitätssicherung	46
3.Call	**MaMek** - Projektionssysteme für die Maschine-Mensch-Kommunikation	48
3.Call	**3DIMiR** - Von der Angst zum Vertrauen: 3D-Interaktion zwischen Mensch und industriellen Robotern	50
3.Call	**3D4F** - Berührungslose Personenidentifikation mittels fälschungssicherem 3D-4-Finger-Scanner	52
Ideen-Inventions-Innovationsvorhaben (I3-Projekte)		**54**
HoloSurf - Visuelle 3D Oberflächenerscheinungen mittels mikro- und nanostrukturierter Schichtsysteme		56
Hydra - hybride 3D-Multiapertur-Kameras		58
TaktilesFeedback3D - Taktiles Feedback für die berührungslose Gesteninteraktion		60

LichtPro3D - Räumlich verteilte Licht-Projektionen für schnelle und robuste 3D-Messungen 62

UVLAS - Laserbasierte Stereophotogrammetrie zur Vermessung im UV-Bereich 64

EiM3D - Wärmebildbasierter 3D-Scanner 66

1 Moment - interaktive Hygienestation 68

Rainbow3D - Aktives Single-Shot-3D durch Spektralmultiplexing 70

EndoS3D - Endoskopische, speckle-basierte 3D-Vermessung 72

3DImHapt - 3D Image to Haptic Device 74

Qualifizierung und Nachwuchsförderung / Weiterförderung **76**

Graduiertenforschungskolleg 78

3DFastFeedback - Methoden zur ultraschnellen Detektion und Manipulation von ultrakurzen Lichtpulsen 80

3DGIM 2 - 3D Gesichtsanalyse für Identifikation und Mensch-Maschine Kommunikation 82

3D-NanoVisual 2 - Dreidimensionale Visualisierungssysteme auf der Basis photonischer Nanomaterialien 84

3DPersA 2 - Hybride Verfahren zur 3D Personenwahrnehmung für die soziale Assistenzrobotik in öffentlichen und häuslichen Einsatzszenarien 86

geMAAP3D 2 - Geometric Modeling of a multi-aperture array projector 88

INIT3D - Entwicklung und Aggregation von Handlungsempfehlungen zur gebrauchstauglichen Entwicklung visueller 3D-User-Interfaces 90

MOD3D 2 - Modellierung von Verhaltens- und Handlungsintentionsverläufen aus multimodalen 3D-Daten 92

Vitalkam 2 - Kontaktfreie kamerabasierte Messung von Vitalparametern mit verbesserter Störsicherheit 94

Spec3D - Beitrag zur hyperspektralen 3D-Oberflächenerfassung und -verarbeitung für die industrielle Bildverarbeitung 96

StressSense 2 - Anwendung optischer und textilbasierter Sensoren zur Detektion von Ermüdungs- und Stressparametern in ausgewählten Arbeitsszenarien 98

Graduiertenverbundforschung 100

HyperSense - Automatische kontaktlose Stresserfassung in Echtzeit 102

Nachwuchsgruppen 104

3DSWIR - Augensichere 3D-Messtechnik im SWIR 106

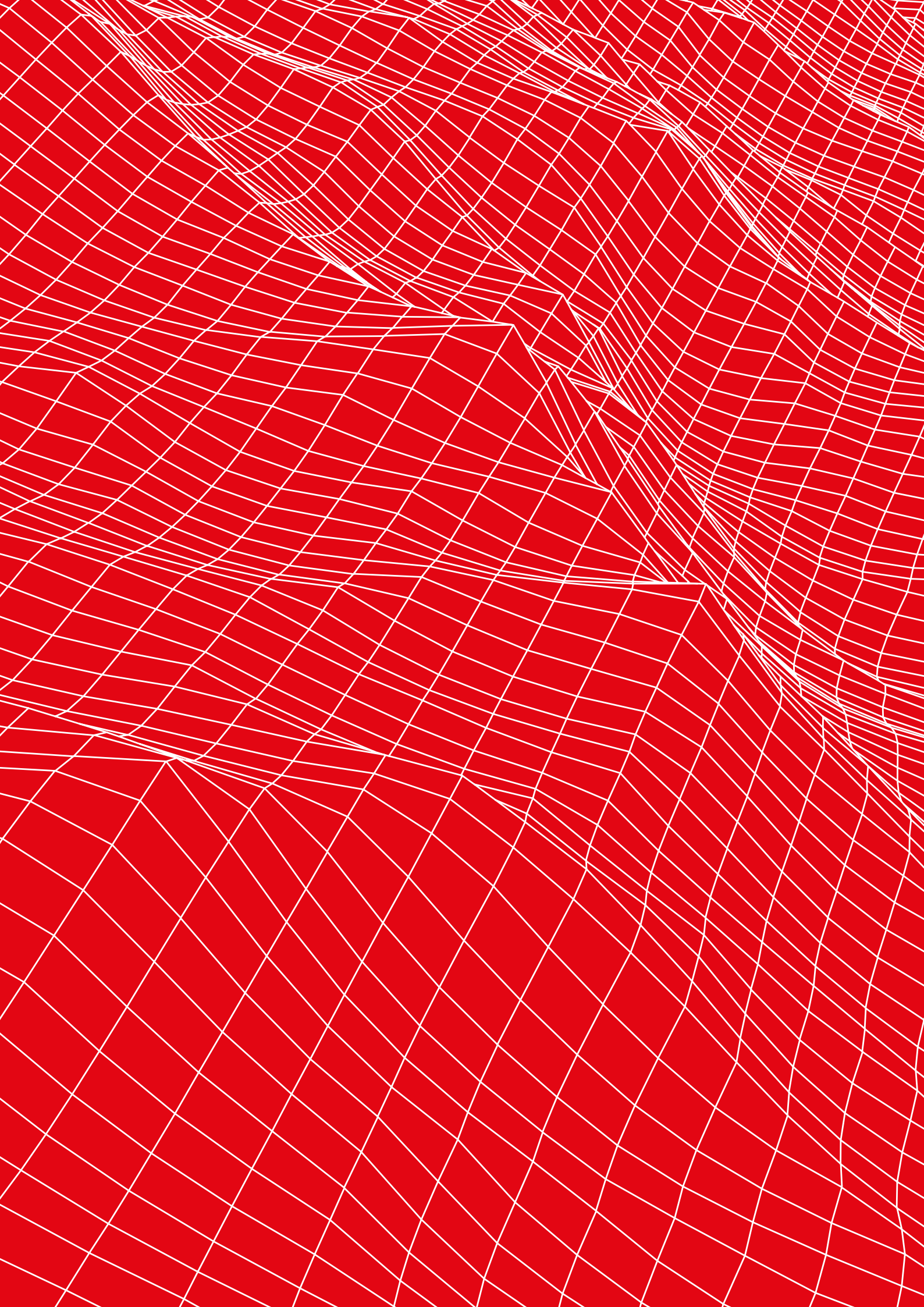
Hyper3D - Hochdynamische 3D-Sensorik in erweiterten Spektralbereichen 108

3Dtransform - Transformationsoptik für multidimensionale Detektion 110

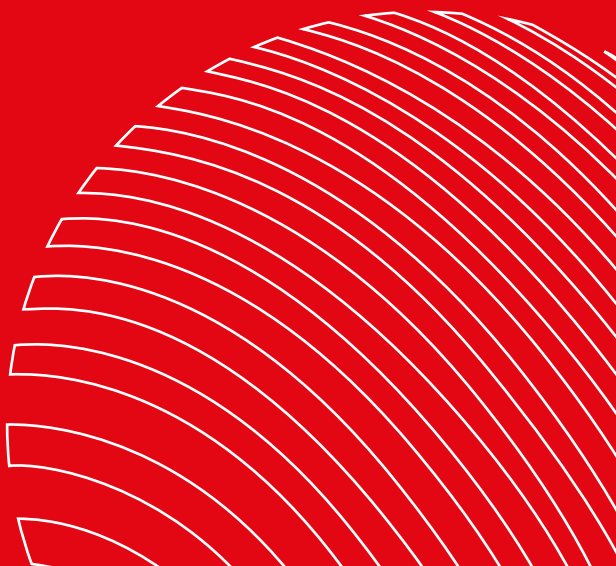
HuBA - Human Behavior Analysis 112

Kennzahlen **114**

Förderprogramm Zwanzig20 **116**



ANALYSE UND MONITORING



Erfolgsmonitoring

BEFRAGUNG DER VORHABENLEITER 2018

Bereits zum dritten Mal hat im Sommer 2018 die Befragung der 3Dsensation-Vorhabenleiter stattgefunden – und erneut die erfolgreiche Entwicklung der Innovationsallianz verdeutlicht. Die interdisziplinäre und intersektorale Zusammenarbeit konnte weiter ausgebaut werden, neue Ideen konnten in grenzenüberschreitender Kooperation entwickelt und in gemeinsame Projekte umgesetzt werden. Über die Forschungsergebnisse hinaus konnten die Positionierung und Profilierung der Allianzpartner in der wissenschaftlichen Gemeinschaft ebenso wie im Markt weiter gestärkt und der Transfer intensiviert werden. Die Erfolge haben die Innovationsallianz 3Dsensation und ihre Entwicklung im Sinne des Zwanzig20-Programmansatzes erneut bestätigt.

Die Befragung ist eine zentrale Maßnahme der internen Evaluation und wird im Rahmen des Erfolgscontrollings von 3Dsensation durchgeführt. In der schriftlichen Befragung geben alle Einzel- und Teilvorhabenleiter einmal jährlich Auskunft über den Arbeitsfortschritt in ihren Vorhaben und beurteilen die Mit- und Zusammenarbeit in der Allianz insgesamt. Neben der Einschätzung werden dabei auch konkrete Hinweise auf Optimierungspotenziale und Vorschläge für Verbesserungsansätze aufgenommen. Der Lenkungskreis und die Koordinierungsstelle gewinnen so wichtige Hinweise für das Controlling des gemeinsamen Fortschritts im Konsortium sowie für die Weiterentwicklung der Strategie und Strukturen von 3Dsensation.

Im Fokus der Befragung 2018 stand der Berichtszeitraum von Juli 2017 bis Juni 2018. Befragt wurden die Leiter von 168 bis dahin durch den 3Dsensation-Beirat genehmigten Teil- und Einzelvorhaben, wobei der Fragebogen für 135 Vorhaben beantwortet wurde (Rücklaufquote: 80,4%). Nicht erneut befragt wurden die Leiter von 30 weiteren Vorhaben, die bereits vor dem Berichtszeitraum beendet und in den vorangegangenen Erhebungen abschließend berücksichtigt worden sind.

Die Befragung 2018 ist die insgesamt dritte Untersuchungswelle und bildet damit nicht nur den Fortschritt der Arbeiten in den Projekten, sondern auch in der Innovationsallianz insgesamt seit Beginn der Umsetzungsphase ab. Dies lässt sich u.a. ablesen an Outputgrößen, die über die reinen Forschungsarbeiten hinausgehen und zu denen mittlerweile rund zwei Drittel der im Berichtszeitraum laufenden Vorhaben beitragen. Dabei helfen z.B. Publikationen, Präsentationen und Messeaktivitäten, die Bekanntheit

Outputgrößen im Jahresvergleich (jeweils Summe aller im Berichtszeitraum laufenden Vorhaben)

Anzahl	2018	2017	2016
Im Berichtszeitraum laufende Vorhaben	118	97	46
Veröffentlichte wissenschaftliche Publikationen	46	40	31
Vorträge und Präsentationen (3Dsensation-extern)	85	69	56
(Inter-)nationale Konferenz- und Messebesuche	97	53	46
Betreute wissenschaftliche Abschlussarbeiten	65	34	33
Neu gestellte Drittmittelanträge	23	24	33
Patentanmeldungen	9	6	1

und Wahrnehmung von 3Dsensation in den verschiedenen Sektoren in Wissenschaft als auch Wirtschaft zu erhöhen. Über die Betreuung wissenschaftlicher Abschlussarbeiten engagiert und positioniert sich das Konsortium in der interdisziplinären Ausbildung und Förderung des Nachwuchses. Und nicht zuletzt Patentanmeldungen spiegeln den Transfererfolg der Innovationsallianz wider. Allein in der Entwicklung von weiteren Drittmittelanträgen aus den bisherigen Vorhaben heraus werden die Potenziale offenbar noch nicht voll ausgeschöpft.

Ein Entwicklungssprung wird zudem deutlich in der Beurteilung der Zusammenarbeit in 3Dsensation. Nicht nur konnten im Zeitverlauf die einzelnen Bereiche der Zusammenarbeit teils durch gezieltes Nachsteuern von Lenkungskreis und Koordinierungsstelle konsequent ausgebaut und verbessert werden. Auch ist es inzwischen gelungen, fast alle Vorhabenleiter enger in die Innovationsallianz einzubinden und deren Potenziale damit weiter zu öffnen. Ablesen lässt sich dies an den Beurteilungen derjenigen Vorhabenleiter, deren Projekte im Berichtszeitraum erst sehr spät oder noch gar nicht begonnen haben – ihnen war oftmals noch keine Einschätzung der Zusammenarbeit möglich. Erreichten diese „keine Angabe"-Anteile in der Befragung 2017 zu einzelnen Bereichen der Zusammenarbeit noch bis zu 28%, konnten sie inzwischen auf Werte zwischen 8% und 16% über alle Vorhabenleiter reduziert werden.

Bewertung der Zusammenarbeit in der Allianz 3Dsensation insgesamt im Vorjahresvergleich

Wie schon in den Vorjahren unterstreichen viele Vorhabenleiter, dass die gute Zusammenarbeit wie auch der Transfer in der erreichten Form und Qualität über Disziplinen und Sektoren hinweg ohne 3Dsensation nicht möglich gewesen wären. Noch stärker als zuvor werden nun zudem auch die Effekte betont, die sich aus der fortschreitenden, „gelebten" Kooperation in der Allianz für die einzelnen Partner ergeben. Über die Forschungs- und Transfererfolge hinaus reichen diese z.B. von dem Aufbau von Netzwerken für die Anwendung oder die Mitgliedschaft in Fachausschüssen von Fachgesellschaften über die Einladung zur Mitarbeit in weiteren Projekten aufgrund der präsentierten Ergebnisse bis hin zur Akquise von Industrie-Direktaufträgen für Forschungseinrichtungen. Es gilt nun, diese Erfolge der Innovationsallianz 3Dsensation als auch ihrer Mitglieder und Partner auch zukünftig weiter auszubauen.

Innofo3D

INNOVATIONSFORSCHUNG 3DSENSATION

Formate des Austauschs fördern

Quelle: Innofo3D

Problembeschreibung

Das Vorhaben InnoFo3D unterstützte die Vision der Allianz 3Dsensation, welche auf die kollaborative Entwicklung von Innovationen für eine sichere und effiziente Interaktion von Mensch, Maschine und Umwelt abzielt. Die Aufgabe lag darin, Innovationsprozesse dergestalt weiterzuentwickeln, dass innovative Produkte auf den gesellschaftlich relevanten Wachstumsmärkten Produktion, Gesundheit, Sicherheit und Verkehr erfolgreich geschaffen werden können.

Kollaborative Formen der Kreierung von Innovation werden als Open Innovation beschrieben. Wissenschaftlich wird davon ausgegangen, dass Open Innovation die Innovationsfähigkeit signifikant erhöht und zu einem effizienteren Innovationsprozess führt. Jedoch sensibilisieren viele Wissenschaftler dafür, eine an den Kontext angepasste Vorgehensweise zu wählen. Das Ziel von InnoFo3D war es daher zu untersuchen, wie Innovationsprozesse, welche einerseits ergebnisoffen und kreativ und andererseits effizient und zielgerichtet und mit hoher Innovationsgeschwindigkeit gestaltet werden sollen, realisiert und befördert werden können.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Open Innovation-Strategie in Forschungskonsortien Zugang zu fehlendem Wissen bietet, die Entwicklungskosten pro Akteur senkt, Möglichkeiten zur Risikoteilung schafft und den Technologieentwicklungsprozess verbessern kann. Jedoch zeigte sich auch, dass sich die Innovationsleistung noch weiter steigern lässt, indem der Innovationsprozess mit angepassten Innovationsinstrumenten, welche die Kundenzentrierung, Kreativitätsleistung und Zusammenarbeit fördern, unterstützt wird. Aus diesem Ergebnis heraus konzipierte das Projektteam die Webseite www.innofo3d.de, in welcher gezielt verschiedene Methoden und Werkzeuge zur Durchführung von Workshops für alle Phasen des Innovationsprozesses angeboten werden. Von der Ideenfindung über die Prototypenentwicklung bis hin zur Evaluation können passende Tools gefunden werden. Neben der abwechslungsreichen Tool-Sammelbox, mit insgesamt 64 beschriebenen Techniken, gibt die Website Einblicke in die Prozessschritte der Innovationsmethode Design Thinking sowie der Anwendung einer Open Innovation-Strategie. Erweiternd dazu ermöglichen interne und externe Analysen, die professionelle Problemanalyse für innovative Veränderungen. Nach Projektende wurden die Ergebnisse weiterführend in dem 2019 bei Wiley erschienen Buch „Erfolgreiche Innovationsworkshops“ veröffentlicht.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass für den

Kollaborative Ideenfindung

Quelle: Innofo3D

Respice SME Panel, Laser World of Photonics

Quelle: Innofo3D

Werkzeuge in der Innovationsarbeit

Quelle: Innofo3D

Erfolg von Forschungskonsortien – wie der Allianz 3Dsensation – die bloße Etablierung eines Instrumenten-gestützten kollaborativen Innovationsprozesses kein Garant für die Kreierung von erfolgreichen Innovationen sein muss. Vielmehr sind eine innovationsfördernde Kultur und Struktur, vor allem aber eine auf Erneuerung von Produkten, Zielgruppen und Märkten ausgerichtete Strategie, insbesondere der beteiligten Unternehmen, von Relevanz. Corporate Entrepreneurship, als eine Denkhaltung, die innerhalb etablierter Unternehmen Innovationen in den Mittelpunkt stellt, sollte daher als wichtiger Baustein angesehen werden, um Innovationen zu fördern. Es zeigte sich, dass Unternehmen, welche offen für Erneuerungen sind und diese fördern, folgende den kollaborativen Innovationsprozess verbessernde Merkmale aufweisen:

- Höhere Bereitschaft Wissen zu teilen und ergebnisoffene und kreative Kollaborationen einzugehen
- Höhere Motivation zur Suche und zur Internalisierung von externem Wissen, Technologien und Informationen
- Höhere Verarbeitungsfähigkeit / Absorbtionsfähigkeit von externem Wissen

Zudem konnte festgestellt werden, dass innovative Unternehmen die Innovationsfähigkeit von eher konservativen Partnern erhöhen können und demnach als „Kapitän" fungieren, welcher Forschungsverbünde durch den Nebel der technologischen Unsicherheit lenkt und andere dazu animiert, neue Wege zu gehen. Daher sollte die Partnerauswahl eine zentrale Rolle einnehmen.

Beteiligte Partner

Fraunhofer IOF
Dr. Reinhold Pabst (Projektleiter)

Bauhaus-Universität Weimar
Marcel Drescher

Publikationen

Drescher, M., Pabst, R. & Mauroner, O. (2016): Open Innovation in KMU – Wie kleine Unternehmen von Open Innovation profitieren können. innteract conference, Chemnitz

Drescher, M., Pabst, R. & Mauroner, O. (2016): Open Entrepreneurial Orientation – The Influence of Entrepreneurial Orientation on Open Innovation Activities in SME. WOIC, Barcelona

Drescher, M., Mauroner, O. & Pabst, R. (2017): Open Innovation in High-Tech SMEs – The Impact of Entrepreneurial Orientation. EURAM, Glasgow

Pabst (2017): How Universities, Research Institutes and Industry collaborate to foster Innovation in the Field of Human-Machine Interaction. Laser World of Photonics, München

Pabst (2017): Our Design Thinking Journey – Challenge: Scientific Contractor. d.confestival, Potsdam

Drescher, M., Zorn, J., Mauroner, O. & Pabst, R. (2017): Open Innovation Practices in Small and Medium-sized High-Tech Enterprises: The Role of Digital Technologies. IECER, Siegen

Pabst, R., Podlinski, V., Koch, L. (2019): Erfolgreiche Innovationsworkshops. Zusammenarbeit individuell und kreativ gestalten. 1. Auflage. Wiley

Innofly3D

INNOVATIONS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

Gruppenarbeit zur Ideenfindung

Quelle: Innofly3D

Die Leitidee der Allianz 3Dsensation ist es, unter Zusammenschluss von Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft zukunftsweisende Innovationen im Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion zu schaffen. Damit verbundene Herausforderungen werden im Strategievorhaben Innofly3D aufgegriffen. Die übergeordnete Zielsetzung liegt folglich darin, die Verwertung der Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu stärken und nachhaltige Verwertungsstrategien und Maßnahmen zu entwickeln. Innofly3D richtet sich 2018/19 an zwei zentralen Handlungsfeldern aus. Erstens, die strategische Weiterentwicklung der Allianz 3Dsensation. Zweitens, die Erhöhung der Transferleistung der Allianz 3Dsensation.

Strategiefortschreibung Allianz 3Dsensation

Seit der Formierung der Allianz 3Dsensation im Jahr 2013 ist die Entwicklung von kognitiven Systemen, die den Menschen in seinen Lebens- und Arbeitswelten als echten Assistenten und Partner unterstützen, hoch dynamisch. Maschinen werden durch die Kombination von maschinellem Lernen und Machine Vision intelligenter, kooperativer und autonomer. Die Digitalisierung von Technologien und Produktionsumgebungen, Vernetzung von Systemen oder die Fusion von einer Vielzahl an Daten in einem System, teilweise unterstützt durch künstliche Intelligenz, verändern mit zunehmender Geschwindigkeit Märkte, Branchen und die Gesellschaft.

Innofly3D stellt sich der Fragestellung, „*Wie kann eine nachhaltige Zukunftsperspektive der Allianz 3Dsensation gestaltet werden?*", um neue Chancen und Herausforderungen der Mensch-Maschine-Interaktion in den Blick zunehmen. Der Frage nach Zukunftsperspektiven geht die Analyse der gegenwärtigen Situation voraus. Dazu wurde sowohl das Innenleben der Allianz als auch ihre äußere Umwelt überprüft und bewertet und zukünftige technologische, ökonomische, aber auch gesellschaftliche Anforderungen erhoben. Durch die Identifizierung von neuen Themenstellungen soll die Fortführung des sehr erfolgreich verlaufenden Konsortiums unterstützt werden. Die Entwicklung von Strategieoptionen fördert, dass entstandene Technologien weitergeführt sowie einer Verwertung zugeführt und neue Technologien erforscht werden können. Zudem kann die etablierte und sehr gut funktionierende Netzwerkstruktur beigehalten werden, die von den Mitgliedern als herausragende Stärke der Allianz identifiziert wurde. Konkret, es wurden die vielfältigen und exzellenten Technologiekompetenzen und die Nutzerfokussierung innerhalb der Verbundprojekte hervorgehoben. Dies sei auch das Produkt der kompetenten Organisation und Begleitung von Workshops.

Realisierung Technologietransfer

Durch die Konzeptentwicklung Technologietransfer validiert Innofly3D anwendungsorientiert die Innovationsmethodik. Das im Vorhaben erworbene Wissen, welches durch qualitative und quantitative Studien sowie anwendungsspezifischen Workshops generiert wurde, lässt sich auf die konkreten Anforderungen der Allianz 3Dsensation und ähnliche Innovationskonsortien übertragen. Hervorzuheben sind hierbei die raschen Projektfortschritte in laufenden Verbundvorhaben von 3Dsensation, welche durch die Prozessunterstützung in Form der Erprobung der iterativen, nutzerzentrierten und feedbackgeleiteten „Design Thinking" Innovationsmethode erzielt wurden. Die Arbeitsweise wurde unter den interdisziplinär besetzten Projektteams begleitend untersucht und mit anderen Vorgehensweisen öffentlich finanzierter Innovationsprojekte und Industrieinnovationsprojekten vergleichend untersucht.

Weiterhin wurden innerhalb der Allianz 3Dsensation zwei vielversprechende Transferoptionen identifiziert. 1) Neue Geschäftsmodelle für neue Technologien und 2) Ausgründung von Spin-offs. Ziel ist es, für beide Optionen zu sensibilisieren und zu qualifizieren. Dazu wurden zwei Leitfäden erstellt. Der erste Leitfaden „Geschäftsmodellinnovation" beschreibt anhand eines Prozessmodells, wie Geschäftsmodelle innoviert werden können und liefert einen möglichen Fahrplan inklusive anwendbarer Methoden und Techniken zur Erneuerung von Geschäftsmodellen. Der zweite Leitfaden „Ausgründung" wird Gründungsinteressierten dabei helfen, Ihren Weg in die Selbstständigkeit zu erleichtern und zu beschleunigen. Es wird ein idealtypischer Gründungsprozess eines Spin-offs beschrieben sowie ein Überblick darüber vermittelt, wie eine Ausgründung verläuft und welche Meilensteine aber auch spezifischen Aufgaben zu bewältigen sind.

Beteiligte Partner

Fraunhofer IOF
Dr. Reinhold Pabst (Projektleiter)

Bauhaus-Universität Weimar
Marcel Drescher

Publikationen

Pabst, R., Tyrasa, I., Gonera, A., Drescher, M. & Händschke, S. (2018): Temporal patterns of Open Innovation in Research and Innovation Collaborations. *ISPIM connects 2018*

Gonera, A., Pabst R. (2018): Design Thinking in Research Projects – Troublemaker or Gamechanger. *ISPIM connects 2018*

Zakoth, D., Mauroner, O., Emes, J. & Drescher, M. (2018): Makerspaces as Sources for Open Innovation – A Typology of Makers. *WOIC 2018*

Pabst, R., Tyrasa, I., Gonera, A., Drescher, M. & Händschke, S. (2019): Oscillating Degrees of Openness in Open Innovation Projects in Research and Innovation Consortia. *EURAM 2019*

Zakoth, D., Mauroner, O., Emes, J. & Drescher, M. (2019): Open Innovation in the era of makerspaces: How to integrate the innovation capabilities of makers. *EURAM 2019*

Pabst, R., Tyrasa, I., Gonera, A., Drescher, M. & Händschke, S. (2019): Setups for Process Facilitation in Innovation Projects. A comparison between academic and corporate projects. *ISPIM 2019*

Pabst, R., Tyrasa, I., Preuss, R. (2019): Technology incubators: The Provision of R&D infrastructure and its benefit on high-tech start-ups. *ISPIM 2019*

Zakoth, D., Mauroner, O., Emes, J. & Drescher, M. (2019): Makers for Open Innovation: Who are the Makers and how to integrate them in Innovation Processes? *R&D Management Conference 2019*

Wirkungsmessung

ALLIANZ 3DSENSATION

Dem Ansatz des Programms „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ entsprechend, verfolgt die Innovationsallianz 3Dsensation zum einen das Ziel der Zusammenführung von wissenschaftlichen, technologischen und unternehmerischen Kompetenzen. Zum anderen sollen mitwirkende Unternehmen durch die Förderung von Forschungs- und Entwicklungskooperationen befähigt werden, sich mit neuen Produkten und Dienstleistungen als Leitanbieter nachhaltig zu positionieren.

Um zu beurteilen, inwiefern den gesetzten Zielen entsprochen wird, wurde im Rahmen des Projektes InnoFly durch die Bauhaus-Universität Weimar ein Online-Fragebogen erstellt. Die Ergebnisse der Umfrage beruhen auf der Teilnahme von 21 Unternehmen und 17 Wissenschaftlern, im Zeitraum vom 01.02.2019 bis 15.03.2019.

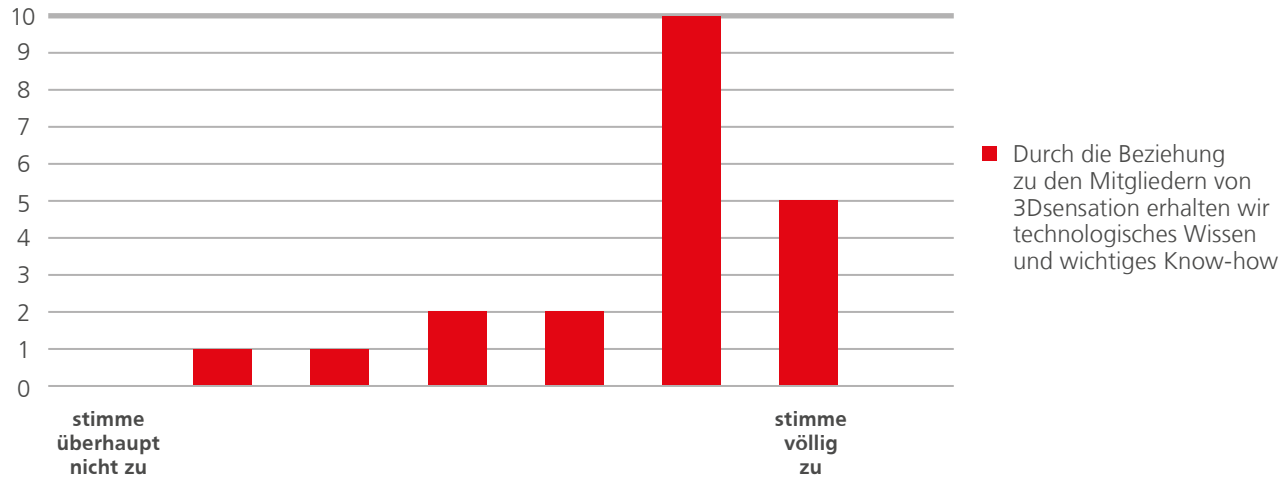
Beurteilung Allianz 3Dsensation

Beziehungsstärke: Zu den wichtigsten Bestandteilen für den Erfolg von Netzwerken zählt die Stärke der Beziehungen zwischen den Mitgliedern. Eine starke Beziehung ist für den Erfolg eines Netzwerks entscheidend. Die Beziehungsstärke zwischen den Mitgliedern der Allianz 3Dsensation wurde anhand einzelner Kriterien wie folgt bewertet:

- Die **Arbeitsbeziehung** wird als **überwiegend gut bis sehr gut** eingeschätzt
- **Fast alle Unternehmen und alle Wissenschaftler** sind daran **interessiert**, die **Beziehung** zu den Mitgliedern der Allianz 3Dsensation auch nach Projektende **fortzusetzen**
- Die **Hälfte der Unternehmen würde** selbst bei anderen Optionen ein **Projekt innerhalb der Allianz 3Dsensation bevorzugen**

Wissenserwerb von Unternehmen: Es wird davon ausgegangen, dass Unternehmen ihre Innovationsleistung maßgeblich verbessern können, wenn sie externes Wissen erwerben. Die Unternehmen beurteilen den Wissenserwerb derart:

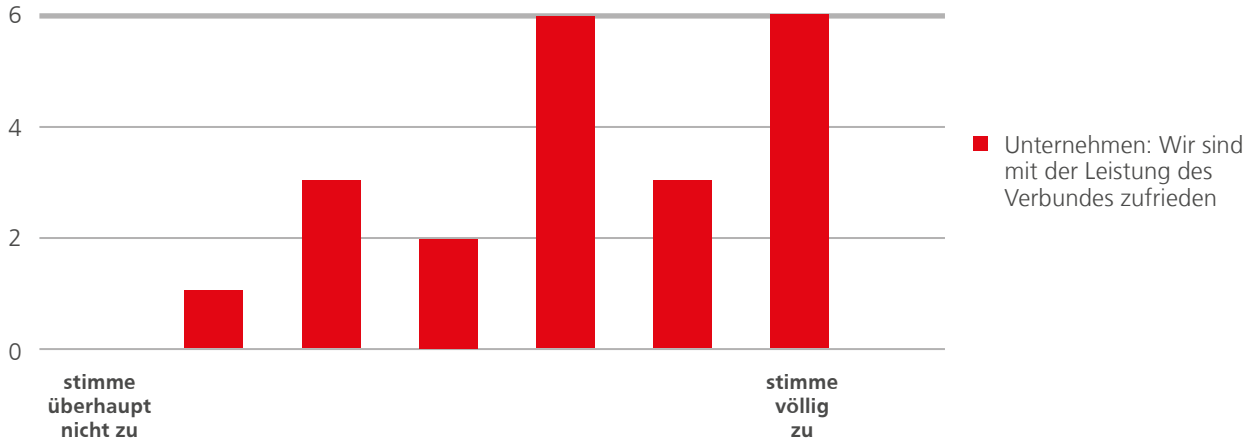
- **Dreiviertel der Unternehmen erwerben technologisches Wissen** im hohen Umfang



- Die **Hälfte der Unternehmen** erwerben **mehr Wissen über relevante Märkte**
- Die Höhe des **Wissenserwerbs über Kundenbedürfnisse** ist bei Unternehmen **eher gering**

Beurteilung Verbundvorhaben

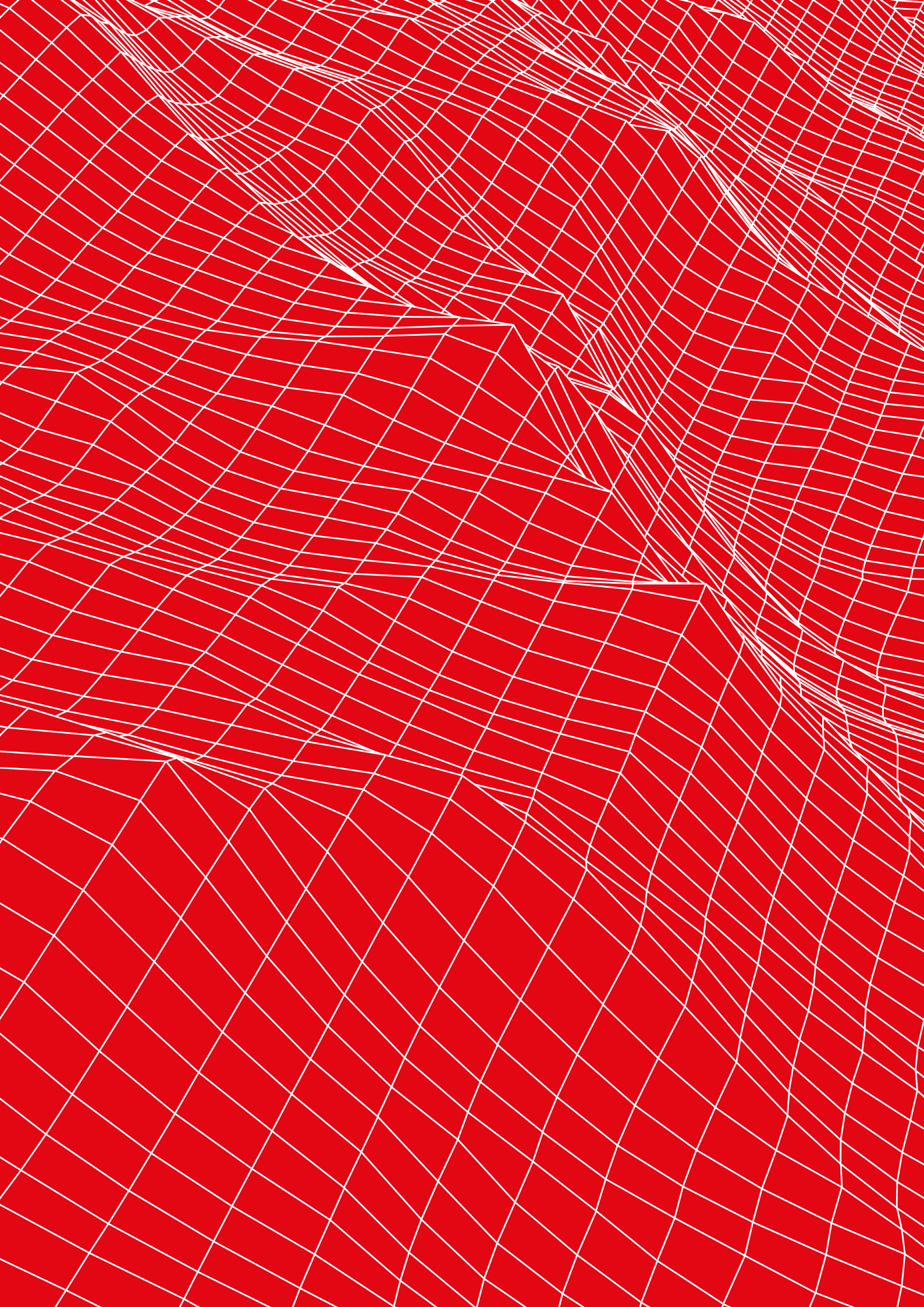
Die gemachten Erfahrungen in den Verbundvorhaben wurden überwiegend als positiv bewertet. Demnach besitzen die Partner eine hohe Komplementarität, die Zusammenarbeit wird als kollegial wahrgenommen, es bestehen kaum persönliche Konflikte oder gar Misstrauen. und die Partner tauschen sich aus und lernen voneinander. Zudem wurde eingeschätzt, dass in den Verbünden viele nützliche Ideen entstehen. Ferner wird der Neuheitsgrad der entwickelten Technologien als durchweg sehr hoch eingeschätzt. Mit der Leistung der Verbundvorhaben sind die Wissenschaftler im Durchschnitt zufriedener als die Unternehmen. Nicht alle Unternehmen gaben an, vollkommen mit der Leistung zufrieden zu sein:



Faktoren, welche die Leistung der Verbundvorhaben negativ beeinflussen, sind:

- Hohe **Aversion der Partner gegenüber risikoreichen Projekten**
- **Partner denken und handeln nicht innovativ** genug
- **Geringer Austausch unter den Partnern,** um Probleme gemeinsam zu analysieren und zu lösen
- **Zielkonflikte (Forschung vs. marktnahe Entwicklung)**
- **Weniger gute Einbindung in Allianz 3Dsensation**
- **Stärkung Entrepreneurial Mindset**
- **Agiles Projektmanagement**
- **„Verbindliche" Austauschformate**

Die Umfrage wurde durchgeführt von Marcel Drescher, Bauhaus-Universität Weimar

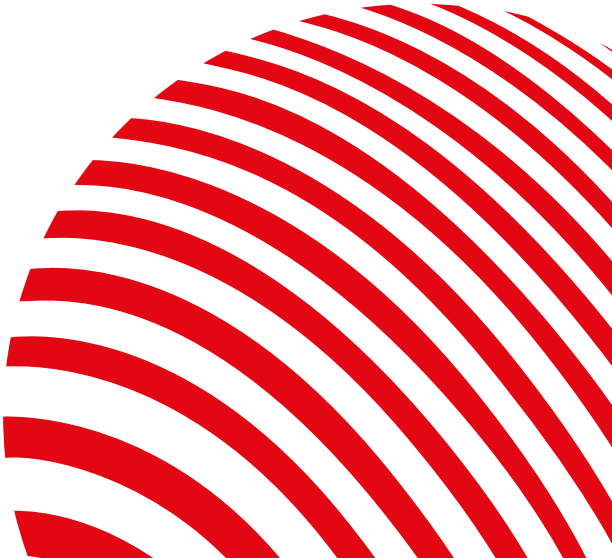


VERBUNDVORHABEN

1. Call
2. Call
3. Call

VERBUNDVORHABEN

1. Call



ComfyDrive

INTEGRATION VON 3D-FAHRZEUGINNENRAUM- UND -UMFELDERFASSUNG ZUR STEIGERUNG DES NUTZERERLEBNISSES BEIM HOCHAUTOMATISIERTEN FAHREN

Aufbau der Imagerplatinen IR

Quelle: AIM Micro Systems GmbH

Problembeschreibung

Die Veränderung der Funktionen des Fahrers im hochautomatisierten Fahren vom aktiven Lenker zum zunehmend passiven Systemüberwacher wirft neue Fragen der Mensch-Technik-Interaktion auf:

- Wie interagiert das automatisierte Fahrzeug mit anderen Verkehrsteilnehmern?
- Wie erkennt das automatisierte Fahrzeug, dass der Fahrer weiter in der Lage ist, bei Bedarf die Fahrfunktion zu übernehmen?
- Wie kann sichergestellt werden, dass eine automatisierte Fahrweise vom Fahrer bzw. Passagier als komfortabel erlebt wird?

Eine Grundfunktion zur Erfüllung dieser Anforderungen ist die maschinelle Wahrnehmung des unmittelbaren Fahrzeugumfeldes und Fahrzeuginnenraums. Das automatisierte Fahrzeug muss dabei nicht nur die unmittelbare Umgebung (z. B. Verkehrsschilder oder Fußgänger) erfassen, sondern sollte zudem erkennen, ob der Insasse auf dem Fahrersitz interessiert das Verkehrsgeschehen beobachtet und sich bei vom Fahrzeug durchgeführten Manövern unwohl bzw. unkomfortabel fühlt. Nur so ist gewährleistet, dass die neue Technologie dauerhaft von einer breiten Bevölkerungsschicht akzeptiert und genutzt wird.

Aktueller Stand

Für die 3D-Fahrzeuginnenraumerfassung wurden zwei Systemkonfigurationen entwickelt und untersucht, die sich in ihren Eigenschaften ergänzen. Die erste Variante besteht aus einer plenoptischen Array-Kamera mit einem Gesichtsfeld von 70° (diagonal). Das System ist dem Vorbild natürlicher Insektenaugen nachempfunden und besteht aus einer Vielzahl von miniaturisierten Abbildungskanälen mit sehr großer Tiefenschärfe, welche nebeneinander angeordnet sind. Dieses Prinzip erlaubt einen extrem flachen Aufbau. In kurzen Abständen ist sogar eine 3D-Tiefendiskriminierung möglich. Für die Verrechnung der Teilbilder der Einzelkanäle zu einem Gesamt- bzw. einem Tiefenbild, wurde im Projekt eigens ein embedded Board entwickelt, wodurch viele automatisierte Anwendungen möglich werden. Sollte die Tiefendiskretisierung nicht ausreichen, können zwei plenoptische Sensoren mit einen NIR-Projektor zu einen echten 3D-Sensor kombiniert werden. Das entspricht der Systemvariante zwei. Um zu erfahren, welche visuellen Indikatoren für das automatisierte Fahren ausschlaggebend sind, wurden im Projekt zwei Fahrstudien durchgeführt und ausgewertet, eine im Fahrzeugsimulator der TU-Chemnitz, die zweite mit einem realen, automatisiert agierenden Fahrzeug.

Ein plenoptisches Bild besteht aus Teilbildern, die anschließend zusammengesetzt werden

Quelle: SQB GmbH

Beteiligte Partner

I-FAS
Technische Universität Chemnitz, Interdisziplinäres Zentrum für Fahrerassistenzsysteme
Prof. Dr. Angelika C. Bullinger-Hoffmann (Koordinatorin)

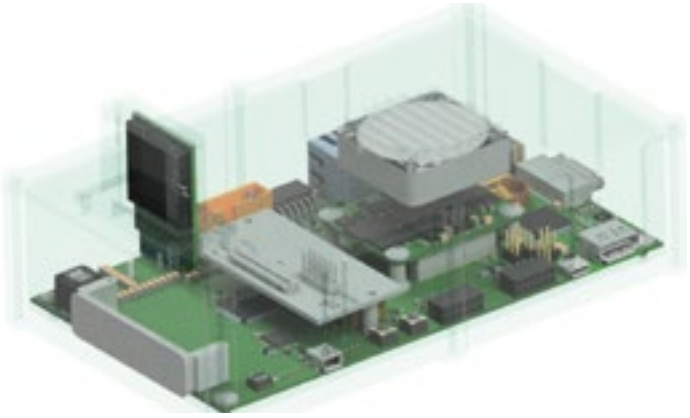
AIM
AIM Micro Systems GmbH
Dr.-Ing. Andreas Fischer

FusionSystems GmbH
Dr.-Ing. Ullrich Scheunert

Fraunhofer IOF
Prof. Dr. Gunther Notni

FORTecH Software GmbH
Dr.-Ing. Egmont Woitzel

SQB GmbH
Steffen Lübbecke



Quelle: SQB GmbH

Entwickelter Demonstrator mit den wesentlichen Teilbaugruppen. Dazu zählen der plenoptische Sensorkopf, sowie das Basissystem mit Interface-Modul und Energieversorgung

cSoC-3D

ECHTZEITFÄHIGE 3D-DATENVERARBEITUNG AUF KASKADIERTEN, ANALOG-DIGITALEN CUSTOMIZED SYSTEM ON A CHIP (CSOC)-ARCHITEKTUREN

Neuartiger Sensor mit digitaler und analoger Vorverarbeitung.

Quelle: cSoC-3D

Problembeschreibung

Für die Produktionstechnologien der kommenden Jahre ist eine schnelle Datenakquirierung, Signalverarbeitung und Signalaufbereitung von 3D-Daten zur Ermittlung qualitativer und quantitativer Merkmale entscheidend. Zerstörungsfreie und berührungslose Verfahren sind hierbei Schlüsseltechnologien für die Anforderungen an die moderne Industrie und Prüftechnik, bis hin zu einer 100%-Prüfung während der Produktion.

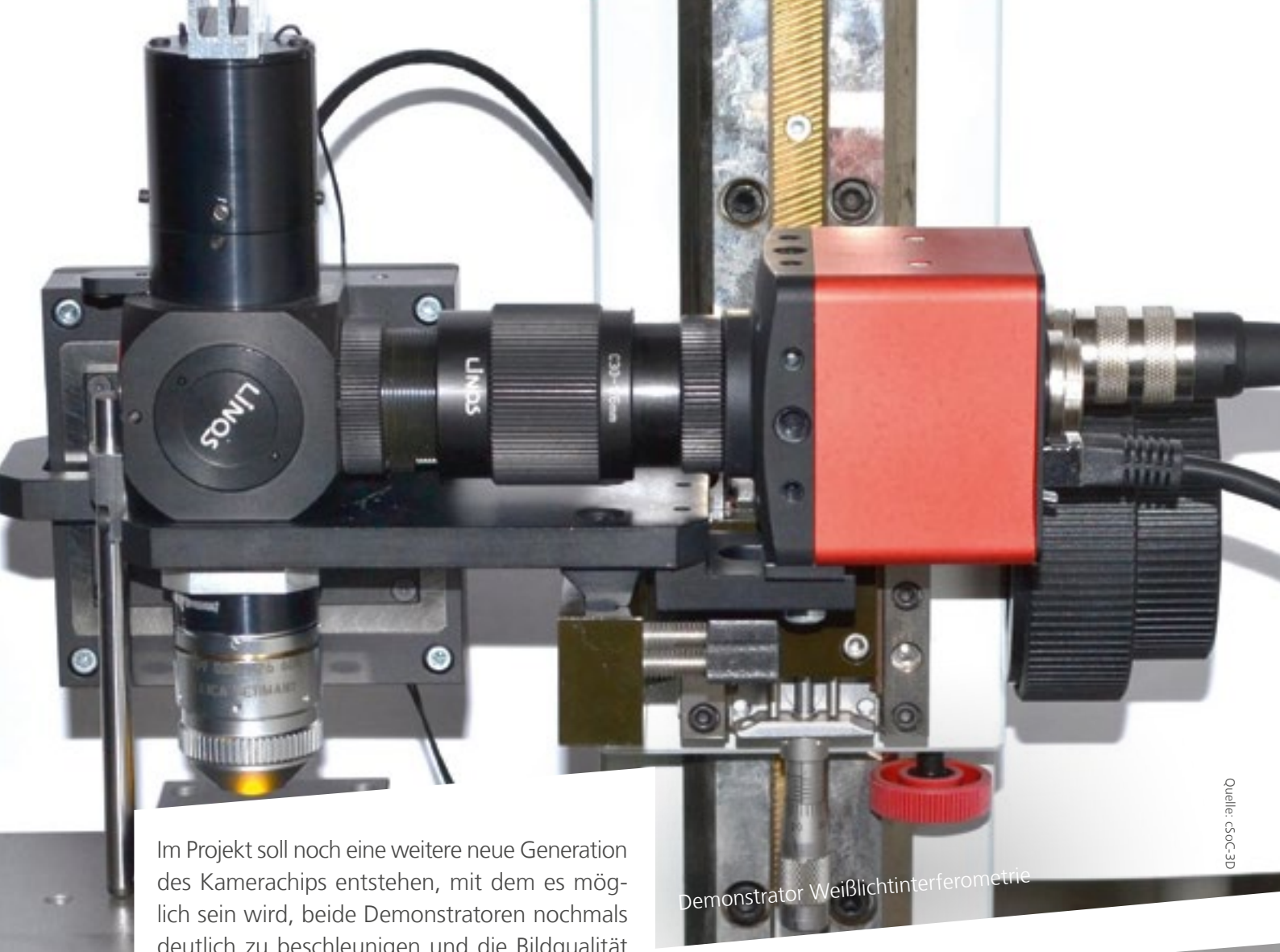
Im Rahmen dieses Projektes wird ein Ansatz der Datenverarbeitung nahe des Sensors verfolgt. Hierzu ist ein neuartiger CMOS Bildsensor entworfen worden, welcher eine hybride Architektur aus Sensoren sowie analoger und digitaler Vorverarbeitung enthält. Der neuartige Sensor soll in zwei Demonstratoren zum Einsatz kommen, die auf unterschiedlichen optischen Messverfahren basieren. Der erste Aufbau ist ein topographisches Weißlichtinterferometer mit einer Zielgenauigkeit von wenigen Nanometern. Durch die neue Technologie soll die Akquisition der äußerst umfangreichen Daten erheblich beschleunigt werden. Der zweite Aufbau wendet ein Laser-Lichtschnittverfahren an und soll insbesondere auf üblicherweise schlecht messbaren, sogenannten „unkooperativen Oberflächen“ Genauigkeiten im Bereich von einem Mikrometer erreichen.

Aktueller Stand

Im vergangenen Jahr konnten erste angepasste Chips prozessiert und in zwei Kameras montiert werden. Die hoch spezialisierten Kameras wurden von Projektpartnern in Demonstratoren verbaut, je ein Weißlichtinterferometer bei Fa. Mahr und an der TUI, beide funktionsfähig, sowie ein Laserlicht-schnitt-System bei der Fa. CE-SYS (im Aufbau).

Für die Weißlichtinterferometrie arbeitet der Sensor in einem komprimierenden Auslesemodus, d.h. es werden nur die Pixelinformationen ausgegeben, welche für die 3D-Rekonstruktion relevante Daten enthalten. Mit dem derzeit verbauten Chip-Prototyp können auf diese Art und Weise bis zu 500 Bilder/s ausgegeben werden. Zudem wurde ein stark parallelisierbarer und hochportabler Algorithmus entworfen, mit dem die Auswertung der Grauwertdaten durchgeführt wird. Mit Hilfe simulierter Testdaten konnte der Algorithmus bereits getestet und verifiziert werden.

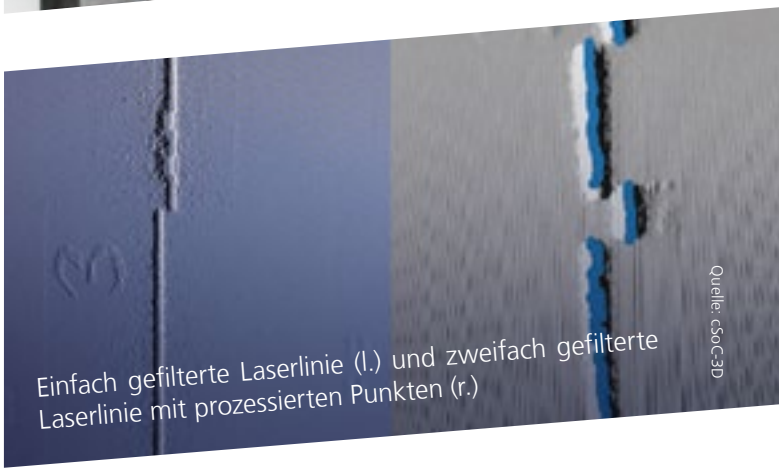
Beim Laserlichtschnitt-Verfahren können derzeit ca. 4000 Profile/s bei voller Sensorhöhe (1024 Zeilen) ausgegeben werden. Dazu wird der Bildinhalt um die Laserlinie in einem on-chip befindlichen Analog-Speicher abgelegt und anschließend nur dieser digitalisiert und mit Koordinaten versehen ausgegeben.



Demonstrator Weißlichtinterferometrie

Quelle: cSoC-3D

Im Projekt soll noch eine weitere neue Generation des Kamerachips entstehen, mit dem es möglich sein wird, beide Demonstratoren nochmals deutlich zu beschleunigen und die Bildqualität zu verbessern. Zudem soll durch messtechnische Analysen der Nachweis erbracht werden, dass die Demonstratoren die gestellten Anforderungen erfüllen können. Aufgrund des erfolgreichen Projektverlaufs sind zur weiteren Nutzung der Ergebnisse bereits mehrere Folgeprojekte in Vorbereitung.

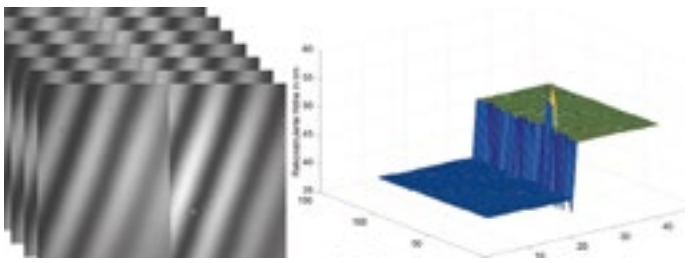


Einfach gefilterte Laserlinie (l.) und zweifach gefilterte Laserlinie mit prozessierten Punkten (r.)

Quelle: cSoC-3D

Beteiligte Partner

- Mahr GmbH
  Dr. Andreas Beutler (Koordinator)
- CE-SYS Engineering GmbH, Ilmenau
- Fraunhofer IIS, Dresden
- TU-Ilmenau/Fachgebiet Qualitätssicherung, Ilmenau
- X-FAB Semiconductor Foundries AG, Erfurt
- GÖPEL electronic GmbH, Jena
- MRB Automation GmbH, Ilmenau
- LIVINGSOLIDS GmbH Magdeburg



Bilderstapel und rekonstruierte Oberflächentopographie

Quelle: cSoC-3D

FOLLOWme ILS

INTRALOGISTIKSYSTEM MIT FAHRERLOSEN-TRANSPORT-SYSTEM

Aktueller Prototyp

Quelle: FOLLOWme ILS

Problembeschreibung

Fahrerlose Transport-Systeme (FTS) sind seit vielen Jahren in Produktion und Logistik im Einsatz. Fast alle FTS fahren dabei auf optisch oder induktiv fixierten, vorgegebenen Routen. Hierdurch wird zwar die Unfallgefahr reduziert, jedoch auch die Flexibilität stark eingeschränkt.

Das Projekt FOLLOWme verfolgt zur Erhöhung von Flexibilität, Produktivität und Ergonomie im Bereich der Produktion und Intralogistik folgende ganzheitliche technologische Zielstellungen:

- Entwicklung von neuartigen, intelligenten, fahrerlosen Transport-Fahrzeugen (FTF)
- Entwicklung eines neuartigen 3D-Modell-basierten Steuerungs-, Überwachungs- und Simulations-Systems
- Gestaltung einer sicheren und intuitiv bedienbaren Mensch-Transportroboter-Interaktion

Im Projekt werden die 3D-Informationsaufnahme, -verarbeitung sowie deren -ausgabe mit geeigneten Interaktionsmöglichkeiten für den Menschen entwickelt.

Aktueller Stand

Im Rahmen des Projekts wurde ein Fahrerloses Transportfahrzeug (FTF) entwickelt, welches einen Lagermitarbeiter beim Prozess der Kommissionierung unterstützen soll. Die Sicherheits-Sensorik des FTF wurde hierfür um 3D-Kameras erweitert, welche die Steuerung des FTF dazu befähigen, dass es in der Lage ist, dem Kommissionierer zu folgen. Hierbei kann das FTF sowohl auf einer statischen Route agieren sowie auf sich dynamisch ändernde Umgebungsbedingungen selbstständig reagieren.

Der Prozess der Kommissionierung wird mittels Augmented Reality (AR) unterstützt. Die Visualisierung der AR umfasst u. a. die Unterstützung bei der effizienten Routenfindung für den Kommissionierer sowie die Assistenz für die Bestimmung der korrekten Behälter zur gezielten Entnahme der benötigten Artikel.

Die Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Interaktion zur Minimierung von auftretenden körperlichen Belastungen für den Kommissionierer wurden mittels Simulationstechnik, welche auf der Assistenz durch Virtual Reality (VR) aufbaut, untersucht.

Ergebnisse zur Verdeutlichung der Gesamtheit und einzelner Details

Ein wesentliches Ziel war die Vereinigung eines autonomen Fahr-Modus und eines optisch-gestützten Folgen-Modus. Hierbei wurde festgestellt, dass es mittlerweile verschiedene fahrerlose Transportfahrzeuge mit unterschiedlichsten Fähigkeiten

Quelle: FOLLOWme ILS

Konzeptentwurf zum FTF-Design

je nach ihrem Einsatzgebiet gibt. Diese können jedoch entweder nur autonom fahren oder einer (bestimmten) Person folgen. Es gibt derzeit noch kein fahrerloses Transportsystem oder -fahrzeug, welches die beiden Modi vereinigt.

Beteiligte Partner

iFD GmbH
Dr. Michael Kämpf (Koordinator)

LIVINGSOLIDS GmbH
Dr. Axel Hintze

SICK AG
Dr. Thorsten Pfister

IWP der TU Chemnitz
Christoph Allmacher

Quelle: FOLLOWme ILS

Visualisierung der Projektvision

Publikationen, Patente

Allmacher, C., Dudczig, M., Maier, T. & Klimant, P. (2018). Analyse und Optimierung von Mensch-Maschine-Interaktionen mittels Virtueller Technologien. Journal Scientific Reports, Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida (IWKM), 24.-25.10.2018, Mittweida

Allmacher, C., Dudczig, M., Klimant, P., & Putz, M. (2018). Virtual Prototyping Technologies Enabling Resource-Efficient and Human-Centered Product Development. *Procedia Manufacturing*, 21, 749-756. 15th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Haifa, Israel 25-27.09.2017.

Brade, J., Dudczig, M., & Klimant, P. (2018, September). Using Virtual Prototyping Technologies to Evaluate Human-Machine-Interaction Concepts. In *aw&I Conference* (Vol. 3).

Allmacher, C., Schumann, M., Klimant, P., & Putz, M. (2018). Optimizing development time through hybrid commissioning of control software. Procedia Manufacturing, 12th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, Naples, Italy, 18-20.07.2018

Dudczig, M., Schumann, M., Klimant, P., & Lorenz, M. (2016). Wie sieht die Intralogistik der Zukunft aus? Kommissionierung unterstützt durch sensorbasierte Fahrerlose Transportfahrzeuge. Zweitschrift für den wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 7-8, 449-451.

Andreas Richert (2016): Sichere Objekterkennung des Menschen zur Mensch-Roboter-Kollaboration mit einer 3D Industriekamera, Bachelorarbeit, August 2016

Na Zhao (2016): Objekt Detektion und Tracking mit einem 3D Vision Sensor, Masterthesis, September 2016

Timo Rautenberg (2018): Entwurf und Implementierung eines intelligenten Tools zur halbautomatischen Annotierung von Trainingsdaten, Bachelorarbeit, August 2018

Christoph Roth (2019): Ressourceneffiziente Personendetektion auf Basis von 3D Kameradaten für den Einsatz auf eingebetteten Systemen", Masterthesis, Januar 2019

MOVA^{3D}

MULTIMODALER OMNIDIREKTIONALER 3D-SENSOR FÜR DIE VERHALTENSANALYSE VON PERSONEN

3D-Punktwolke

Quelle: MOVA^{3D} (TU Chemnitz)

Problembeschreibung

Durch die Überalterung der Bevölkerung, speziell in den neuen Bundesländern, entstehen neue Herausforderungen für die Gesellschaft. Mithilfe von Technik kann es Menschen mit altersbedingten Einschränkungen zukünftig ermöglicht werden, länger in ihrer gewohnten Umgebung – der eigenen Wohnung – zu verbleiben. Der Wechsel in eine Pflegeeinrichtung soll nach Möglichkeit hinausgezögert oder sogar gänzlich vermieden werden.

Hierfür kommen Assistenzsysteme auf Basis der Erkennung einer Vielzahl sogenannter Aktivitäten des täglichen Lebens zum Einsatz. So kann mithilfe eines Smart-Sensor-Netzwerkes, basierend auf optischen 3D-Sensoren, eine Person zuverlässig erkannt und ihre Interaktion mit Alltagsgegenständen erfasst werden.

Dennoch gehen aktuelle Systeme nicht über die Realisierung von Labormustern hinaus. Es fehlt an einer leistungsfähigen Sensor-Technologie zur Situationserfassung bzw. Verhaltensanalyse von Personen. Das Projekt setzt sich daher zum Ziel, innerhalb der Allianz 3Dsensation fachgruppenübergreifend einen multimodalen omnidirektionalen 3D-Sensor zur Verhaltensanalyse von Personen zu entwickeln. Das System soll mittels optischer und akustischer Messprinzipien eine 3D-Erfassung von Räumen mit nur einem einzigen intelligenten Sensor pro Raum ermöglichen.

Aktueller Stand

Im Vorhaben wurde ein multimodaler, omnidirektionaler 3D-Sensor für die Verhaltensanalyse von Personen spezifiziert. Dieser befindet sich derzeit in der modularen Umsetzung. Parallel zur Hardwareentwicklung wird unter Zuhilfenahme der bereits umgesetzten Module an der Fusion der Audio- und Videodaten und Umsetzung der Verhaltensanalyse basierend auf diesen Daten geforscht.

Die Erfassung von Tiefeninformationen mittels optischer Sensorik konnte im Laufe des Projektes deutlich verbessert werden. Diese erhöhen die Genauigkeit der Erfassung von Personen und deren Position, insbesondere im direkten Umfeld des Sensors. Die Aufnahme eines Raumes mit nur einem Sensor wird durch die erhöhte Genauigkeit ebenfalls möglich.

Die Verbindung optischer und akustischer Sensorik ermöglicht die bessere Aufnahme optisch verdeckter Situationen. Im Bedarfsfeld Gesundheit wurde zudem für die applikationsnahe Umsetzung ein Notfallszenario gewählt. An diesem können die Emotions- und Kontexterfassung sowie die designten Interaktionskonzepte erprobt und evaluiert werden.

Notfallszenario

Quelle: MOVA3D (TU Chemnitz, design:lab weimar)

Nächste Ziele sind die vollständige Integration der Hardware und anschließende Validierung der entwickelten und erforschten Algorithmen im Notfallszenario. Im Zuge dessen zudem die Erprobung des auf Audio und Licht basierten Interaktionskonzeptes zwischen Sensor und Nutzer im Szenario.

Beteiligte Partner

Technische Universität Chemnitz
Prof. Digital- und Schaltungstechnik
sowie Prof. Arbeitswissenschaft
und Innovationsmanagement
Prof. Dr.-Ing. Gangolf Hirtz (Koordinator)

design:lab weimar GmbH, Weimar

Vitracom AG, Karlsruhe

voice INTER connect GmbH, Dresden

NSC GmbH, Lichtenstein

Pattern Expert, Rostock

Otto-von-Guericke-Universität
Magdeburg, Prof. Kognitive Systeme

Fraunhofer IIS, Standorte
Dresden und Erlangen

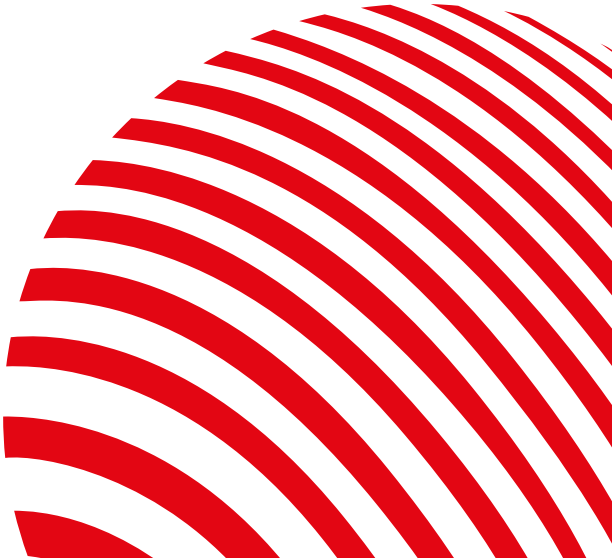
Quelle: MOVA3D (design:lab weimar)

MOVA3D-Sensor

MOVA 3D

VERBUNDVORHABEN

2. Call



EASY COHMO

ERGONOMICS ASSISTANCE SYSTEMS FOR CONTACTLESS HUMAN-MACHINE-OPERATION

Robuste Gesichtserkennung auch bei stark rotierten Gesichtern.

Quelle: Shuo Yang, Ping Luo, Chen Change Loy, Xiaoou Tang, WIDER FACE: A Face Detection Benchmark, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016.

Problembeschreibung

Zukünftig können Roboterassistenzsysteme und intelligente Automatisierungslösungen einen entscheidenden Beitrag zur Entlastung der erwerbstätigen Menschen leisten, indem sie körperlich anstrengende, ergonomisch ungünstige und monotone Arbeiten weitgehend übernehmen. Die neuen Herausforderungen für den Menschen im Umgang mit komplexen Maschinen, steigende Funktionsvielfalt und Spezialisierung erfordern neue, an Benutzeranforderungen angepasste und in den Arbeitskontext integrierte Bedienkonzepte für die Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) und Mensch-Maschine-Kooperation (MMK).

Aktueller Stand

In den Bereichen Produktion und Gesundheit wird eine Verbesserung der Interaktion und Kooperation mit Robotern durch neuartige, einfach bedienbare aber dennoch sichere Assistenzsysteme erstrebt.

Das Fraunhofer HHI hat auf Basis von 3D- und 2D-Sensorsystemen, robuste und echtzeitfähige Erfassungsalgorithmen zur Körper- und Handgesteninteraktion weiterentwickelt und in die Usecases der Mensch-Roboter Interaktion bzw. der VR-gestützten Analyse von 4D-Mikroskopiedaten integriert. Die Ein- und Ausgabedaten der Sensoren und Aktoren der Usecases werden mittels der intelligenten Interaktionsmiddleware des HHI analysiert, zu multimodalen Kommandos fusioniert und an die Applikationen bzw. Geräte kommuniziert.

Eine dreidimensionale Arbeitsraumerfassung, die als Basis der Szenenanalyse für Mensch-Maschine-Interaktionen und Mensch-Maschine-Kooperationen dient, wurde mit einem variablen Sensorverbund realisiert. Zur Ermittlung der Lage und Aufnahmerichtung der Sensoren zueinander sowie zu Szenenobjekten (Roboter) wurden neben klassischen Kalibrierungsansätzen auch neuartige Methoden der szenenbezogenen Kalibrierung umgesetzt und miteinander kombiniert. Von ZBS e.V. wurde ein 3D-Kalibrierungs-, Konfigurations- und Analysetool (3D-EasyCalib) für die Berechnung von Anordnungen multimodaler und multiskaliger Sensoren entwickelt. Es dient der Konfiguration, Kalibrierung und Visualisierung der in einen Arbeitsraum physisch installierten Kamerasysteme (3D-Sensoren) sowie auch virtueller Komponenten, z.B. über Datenblattbeschreibungen.

Um eine robuste Gesichtserkennung auch mit Weitwinkelobjektiven (Überwachungskameras) zu gewährleisten, ist ein Algorithmus an der OVGU Magdeburg erforscht worden, der beliebig rotierte Gesichter lokalisiert.

Beim Interaktionsdemonstrator für ein Sichtprüfplatz wird die erkannte Stelle hervorgehoben

Quelle: VW

Interaktives VR-Labor zur explorativen Analyse der 3D- und 4D-Mikroskopiedaten.

Quelle: ZBS e.V.

Interaktives VR-Labor zur explorativen Analyse der 3D- und 4D-Mikroskopiedaten.

Quelle: HHI

Bei einem Versuch erfolgt die Programmierung eines MRK-Roboters berührungslos

Quelle: VW

Durchführung einer simulierten OP-Aufgabe durch Probanden.

Quelle: Carl Zeiss AG, Charité

Robotergestützter Qualitätssichtprüfplatz für die Automobilindustrie mit gestengesteuerter, projektiver AR-Benutzerschnittstelle.

Quelle: HHI

Beteiligte Partner

Carl Zeiss AG
Dr. Lucian Stefan (Koordination)
David Dobbelstein
You Fang

Carl Zeiss Microscopy GmbH
Dr. Ingo Kleppe

Charité Universitätsmedizin Berlin, Neurochirurgische Klinik
Prof. Dr. med. Peter Vajkoczy
PD Dr. Thomas Picht

Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI
Paul Chojecki
David Przewozny

Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik
Prof. Dr.-Ing. Peter Eisert
Niklas Gard

Pilz GmbH
Ingo Tammer
Jürgen Pullmann

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Prof. Dr.-Ing. habil. Ayoub Al-Hamadi
Frerk Saxen

Volkswagen AG
Dominic Stange
Dominykas Strazdas

Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e.V.
PD Dr.-Ing. habil. Karl-Heinz Franke
Darko Vehar

Publikationen

Frerk Saxen, Sebastian Handrich, Philipp Werner, Ehsan Othman, Ayoub Al-Hamadi. DETECTING ARBITRARILY ROTATED FACES FOR FACE ANALYSIS. In: International Conference on Image Processing (ICIP), 2019.

Beginn einer wunderbaren Freundschaft. (2018, July). Unternehmen Region, BMBF, (1/2018). Retrieved from https://www.unternehmen-region.de/de/unternehmen-region-magazin-1-2018-2349.html

ROTATOR

DREIDIMENSIONALE OUT-OF-STOCK-ERFASSUNG MITTELS AUTONOMER MOBILER ROBOTER

Abb. 1: ROTATOR Roboterplattform bei Tests im Edeka Sander in Ilmenau

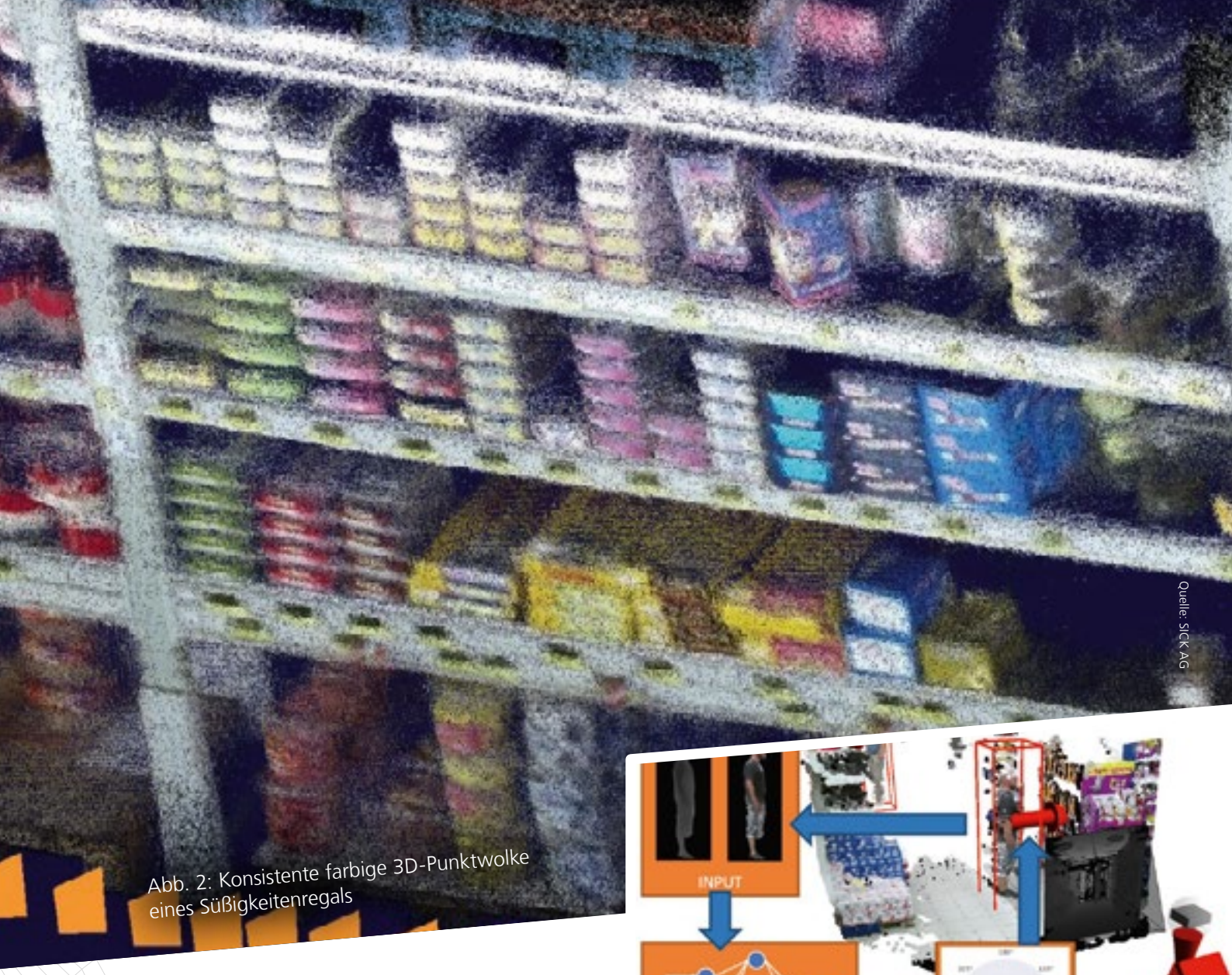
Quelle: MetraLabs GmbH

Problembeschreibung

Leer- und Fehlbestände in der Intralogistik erzeugen Kosten und führen zum Umsatzverlust im Einzelhandel. Das Vorhaben ROTATOR entwickelt Sensorik und Algorithmen, damit autonome mobile Roboter die Umgebung in Echtzeit abbilden und daraus Regallücken erkennen. Die entwickelte 3D-Karte ist auch die Basis für neuartige Verfahren der Mensch-Maschine-Interaktion, damit typische Situationen, die den Einsatz der Roboter einschränken würden, kooperativ gelöst werden. Die wissenschaftlich-technische Roadmap der Allianz 3Dsensation wird kurzfristig durch die 3D-Technologien und mittelfristig durch das realistische B2B-Applikationsszenario unterstützt. Die kognitiven Fähigkeiten werden langfristig die Verwendung mobiler Roboter in den Bedarfsfeldern deutlich erweitern.

Aktueller Stand

Durch die MetraLabs GmbH wurde eine passende Roboterplattform entwickelt und mit Sensorik ausgestattet. Ein wichtiger Schwerpunkt ist dabei die Auswahl und Analyse geeigneter Kamerasensorik, um bildbasiert sowohl die Bestückung im Regal als auch Informationen auf Preisschildern auswerten zu können. Es wurden Fahrstrategien entwickelt, wie sich der Roboter entlang des Regals bewegen muss, um möglichst sehr gute Aufnahmen der Regale zu bekommen. Eine Reihe von Funktionstests wurden z.B. im Edeka Sander in Ilmenau durchgeführt (Abb. 1). Von der SICK AG wurde eine neue 3D-Kamera eingeführt, die im Messkern auf einer neueren Generation der Time-Of-Flight Technologie beruht und darüber hinaus eine synchronisierte RGB-Kamera bietet, so dass die erfasste Geometrie mit natürlichen Farbinformationen ergänzt wird (Abb. 2). Das Fachgebiet Neuroinformatik und Kognitive Robotik der TU Ilmenau forscht an einer nutzerzentrierten Navigation. So wird beispielsweise für jede Person im Umfeld des Roboters ein Social bzw. Personal Space berechnet, welcher u.a. ein Rechtsfahrverhalten ermöglicht (Abb. 3). Zudem fährt der Roboter damit bevorzugt hinter Personen vorbei, ohne deren Blick auf die Waren in Regalen zu kreuzen. Die entwickelten Verfahren dienen auch der Bewertung der Befahrbarkeit von Gängen, deren Regale gescannt werden sollen. Zur Mensch-Maschine-Kommunikation kommen dabei neben Sprach- und Displayausgaben auch RGB-LEDs und ein neu entwickelter Laserprojektor zum Einsatz. Die YOUSE GmbH hat in ersten Testschleifen mit der Evaluation des Roboters begonnen. Dafür wurden Szenarien entwickelt, die der Roboter während der experimentellen Tests durchläuft. Dieser Vorgang



Quelle: SICK AG

Abb. 2: Konsistente farbige 3D-Punktwolke eines Süßigkeitenregals

wurde mittels Cognitive Walkthrough aus Expertensicht durch YOUSE bewertet. Ferner wurde in einem projektinternen Workshop eine vertiefte Analyse von ethischen, rechtlichen und sozialen Implikationen (ELSI) durchgeführt. Dabei wurden über 60 größere und kleinere ethisch relevante Aspekte identifiziert und Lösungsvorschläge für deren Berücksichtigung entwickelt.

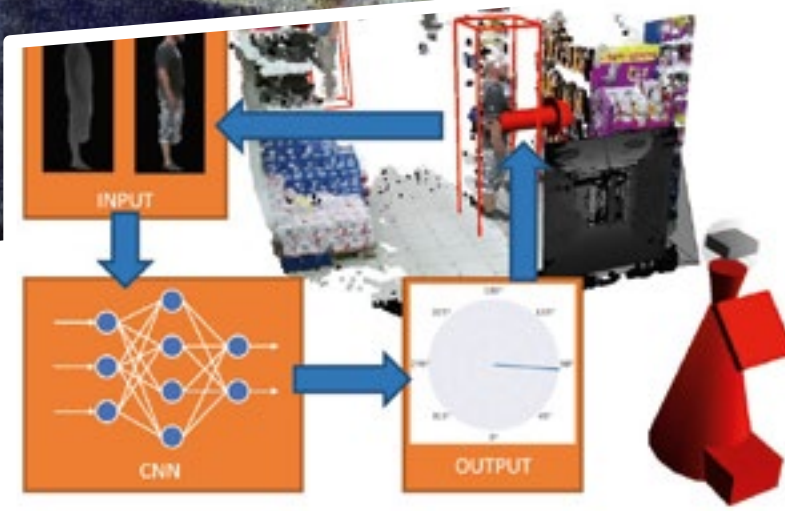


Abb. 3: Orientierungsschätzung von detektieren Personen zur Berechnung eines Social Space

Quelle: TU Ilmenau, FG Neuroinformatik und Kognitive Robotik

Beteiligte Partner

MetraLabs GmbH Neue Technologien und Systeme, Ilmenau
Dr. Andreas Bley (Koordinator)

SICK AG, Waldkirch
Markus Böhning

Technische Universität Ilmenau
Prof. Dr. Horst-Michael Groß

YOUSE GmbH, Berlin
Dr. Sebastian Glende

Publikationen

Lewandowski, B., Liebner, J., Wengefeld, T. and Gross, H.-M., A Fast and Robust 3D Person Detector and Posture Estimator for Mobile Robotic Applications. To appear: International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2019

Lewandowski, B., Seichter, D., Wengefeld, T. and Gross, H.-M., Deep Orientation: Fast and Robust Upper Body Orientation Estimation for Mobile Robotic Applications submitted to: Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS) 2019

Wengefeld, T., M□ller, S., Lewandowski, L., and Gross, H.-M., Probabilistic Framework for Tracking People on Mobile Platforms, in: submitted to Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2019

Wengefeld, T., Lewandowski, L., Seichter, D. and Gross, H.-M., Real Time Person Orientation Estimation using Colored Pointclouds., in: submitted to European Conference on Mobile Robots (ECMR), 2019

Uro-MDD

ENDOSKOPISCHE PANORAMABILDGEBUNG UND FASEROPTISCHE SPEKTROSKOPIE IN DER UROLOGIE ZUR MULTIDIMENSIONALEN DIAGNOSTIK

Abb. 1: Stereoendoskop mit 4 mm Durchmesser für 3D-Videoaufnahmen in der Panoramabildgebung (oben). 2D/3D-Darstellung eines Blasenphantoms im Demo-Operationsraum des Projektpartners Schölly (Mitte). Blick auf und in das Blasenphantom mit dem Endoskop (unten links) und ad-hoc Bildpanorama der Wandung des Blasenphantoms.

Quelle: Uro-MDD

Problembeschreibung

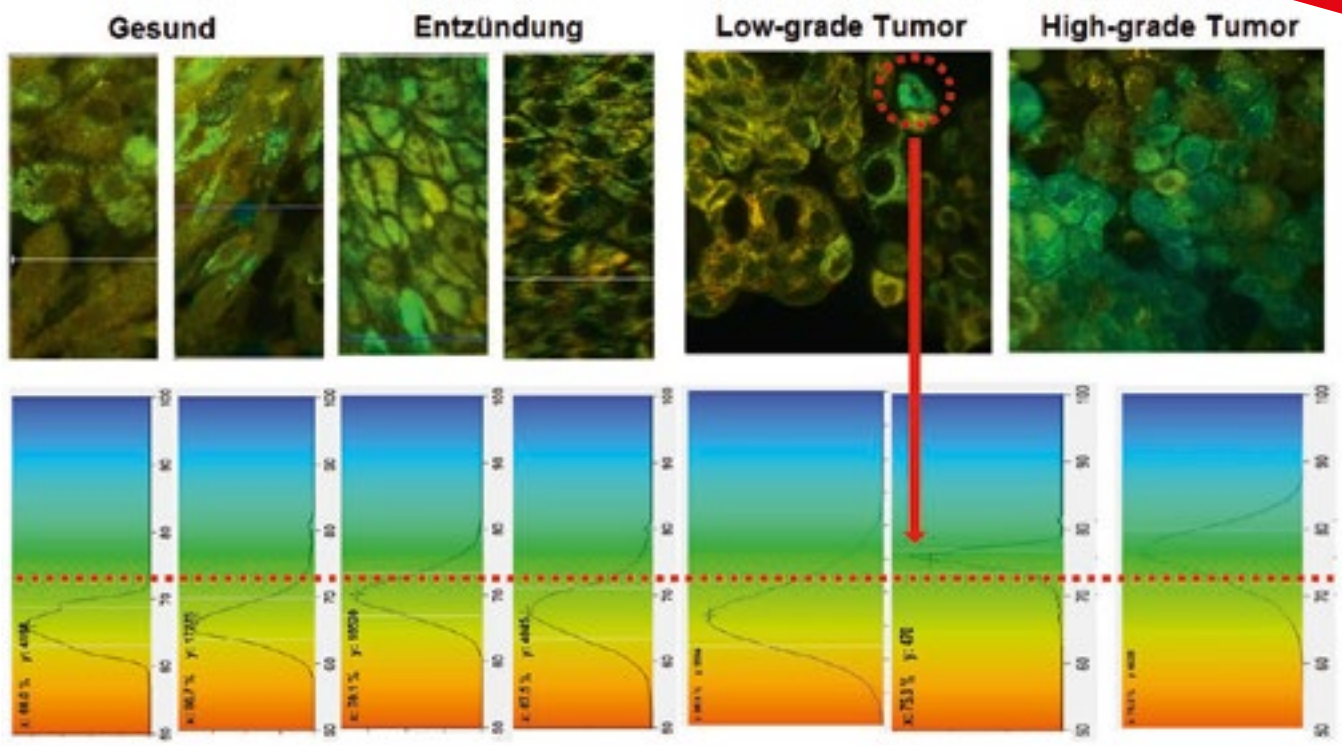
Dreidimensionale Bildgebung hat bereits Einzug in den Operationssaal und die minimalinvasive Diagnostik gehalten. Im Bereich der von 3Dsensation adressierten Schwerpunktthemen nichtinvasive Diagnostik und Assistenz/Navigation im OP soll das Vorhaben Uro-MDD durch einen multidisziplinären Ansatz zu Lösungen beitragen, wie multimodale Methoden in eine für den Mediziner handhabbare Echtzeit-3D-Bildgebung überführt werden können. Bisher liefern Endoskope mit Weißlichtbeleuchtung eine Schlüssellochperspektive mit sequentieller Punkt-zu-Punkt Abtastung. Der Lösungsansatz besteht im ersten Schritt aus der Erstellung eines Panoramabildes, in dem im zweiten Schritt Zielregionen für weiterführende Untersuchungen mit molekularem Kontrastverfahren definiert werden. Konkret wird Uro-MDD ein Problem in der Urologie bearbeiten.

Das Urothelkarzinom des menschlichen Harntraktes gehört zu den häufigsten Krebserkrankungen. Bei Verdacht auf pathologische Veränderungen wird die Blasenwand mittels Zystoskopie (Blasenspiegelung) systematisch inspiziert. Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden ein im Zystoskop integrierter Stereosensor und eine digitale Bildverarbeitung entwickelt, um die Blasenoberfläche als 3D-Darstellung in eine Hemisphäre zu projizieren.

Während die oberflächlich wachsenden Tumore durch endoskopisch durchgeführte Eingriffe in Narkose beherrschbar sind, wird bei muskelinvasiven Tumoren in aller Regel die Blase komplett entfernt. Histopathologisch kann aufgrund der Entnahmetechnik jedoch keine definitive Aussage zur Tumorfreiheit getroffen werden. Optische Verfahren auf Grundlagen von Fluoreszenzmarkern für die Stoffwechselaktivität wurden vorgeschlagen, um die Weißlichtendoskopie bei der Tumorerkennung in der Harnblase zu ergänzen. Problematisch sind hier jedoch 30% bis 40% falsch-positive Ergebnisse, d.h. bösartig klassifizierte Areale zeigen nach histologischer Bewertung keine Malignität, und falsch-negative Ergebnisse, d.h. maligne Areale bleiben unerkannt und erfordern weitere Eingriffe. Für eine genauere endoskopische Karzinomdiagnostik in der Blase werden deshalb erstmalig markerfreie optische Verfahren auf Grundlage von Fluoreszenzlebenszeit und Raman-Spektroskopie angewendet, die von Zielregionen einen molekularen Kontrast liefern und als Annotationen in die 3D-Darstellung eingefügt werden.

Aktueller Stand

Die Kompetenzen der Projektpartner in Forschung und Entwicklung umfassen Biophotonik, spektrale Bildgebung in der Astronomie, 3D-Bildverarbeitung



Quelle: Uro-MDD

Abb. 2: Fluoreszenzlebenszeit-Images zur Messung von NADH in humanen Blasen-Resektaten: der mittlere Wert von 67% für gesundes und entzündliches Blasengewebe erhöht sich auf 75% für hochgradiges Tumorgewebe. Ein Schwellwert von 72% ermöglicht die Detektion einzelner Zellen mit verändertem Stoffwechsel in einem niedridgradigen Tumor. Die FLIM-Ergebnisse werden durch die Histopathologie als Goldstandard bestätigt.

und –visualisierung, Herstellung von Fasersonden und Endoskopen sowie deren klinische Erprobung und Anwendung. Abbildung 1 stellt das Prinzip an einem Blasenphantom dar. Im Kopf eines Zystoskops sind zwei CCD-Sensoren integriert, um Videosequenzen aufzunehmen, während die Blaseninnenwand entlang definierter Trajektorien erfasst wird. Rekonstruktionsalgorithmen erstellen aus diesen Sequenzen in Echtzeit 2D- oder 3D-Darstellungen, in die der Mediziner Läsionen als Zielregionen markieren. Um die Bewertung von Blasengewebe mittels Fluoreszenzlebenszeit-Imaging (FLIM) und faseroptischer Raman-Spektroskopie zu demonstrieren, wurden klinische Untersuchungen an humanen Blasen-Resektaten durchgeführt. Ergebnisse von normalem und entzündlichem Blasengewebe sowie niedrig- und hochgradigen Tumoren sind in Abbildung 2 dargestellt. FLIM-Mikroskopie liefert zelluläre Auflösung. Als relevanter Parameter für die Malignität wurde das Verhältnis der kurzen Lebenszeitkomponente von freien NADH und der langen Lebenszeitkomponente von gebundenen NADH identifiziert. Die Raman-Spektren lieferten komplementäre Informationen über Veränderungen der chemischen Zusammensetzung im Hinblick auf Lipide, Kollagen und anderen Proteinen, wobei der Lipid- und Kollagengehalt in Tumorgewebe reduziert ist. Die nächsten Schritte sind die Kombination mit der Zystoskopie, für die miniaturisierte faseroptische Sonden entwickelt werden, und die Untersuchung von weiteren humanen Blasen-Resektaten, um robuste Klassifikationsmodelle zu trainieren und zu validieren.

Beteiligte Partner

Leibniz Institut für Photonische Technologien
PD Dr. Christoph Krafft (Koordinator)

Universitätsklinikum Freiburg
PD Dr. Dr. Arkadiusz Miernik

Leibniz Institut für Astrophysik Potsdam
Prof. Dr. Martin Roth

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (IIS)
PD Dr. Thomas Wittenberg

Schölly Fiberoptic GmbH
Nils Lemke

Oberon GmbH Fiber Technologies
Dr. Mo Zoheidi

Becker&Hickl GmbH
Dr. Lukas Braun

3D-FINDER

ROBUSTE GENERISCHE 3D-GESICHTERERFASSUNG FÜR AUTHENTIFIZIERUNG UND IDENTITÄTS-PRÜFUNG

Problembeschreibung

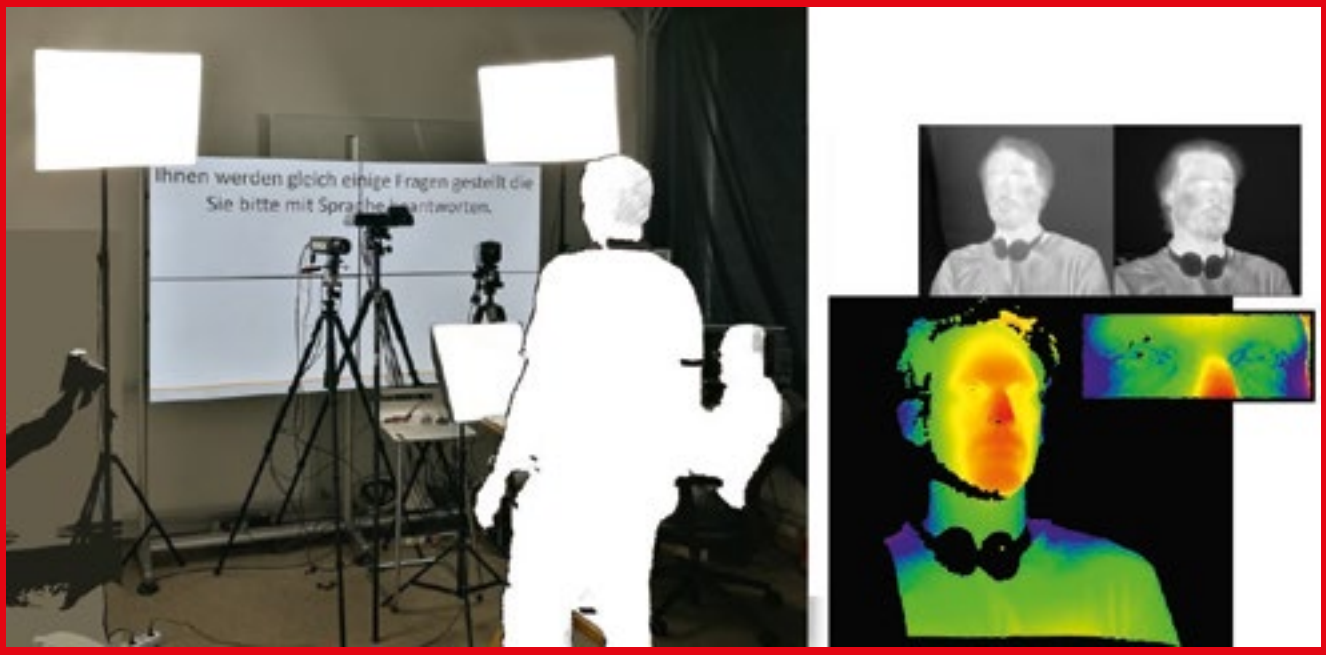
Das menschliche Gesicht ist eine wichtige Informationsquelle über Identität, Zustand oder Intentionen eines Menschen, weshalb die kamerabasierte Erfassung des Gesichts in vielen technischen biometrischen Anwendungen genutzt wird. Ein wichtiges Anwendungsgebiet der Gesichtserfassung ist die automatisierte Identitätsprüfung (z.B. Grenzverkehr, Überwachung öffentlicher Räume, Finanzen, Legitimationsprüfung), die zunehmend in Selbstbedienung erfolgt. Dabei muss zuverlässig festgestellt werden, dass die erfassten biometrischen Merkmale tatsächlich von der richtigen Person und nicht von einer Attrappe oder dergleichen stammen.

Ziel des Vorhabens

Ziel von 3DFinder ist es, die Robustheit biometrischer Vergleichsalgorithmen gegenüber Störungen durch Umgebungseinflüsse und insbesondere gegenüber gezielten Angriffen, deren Intention das Vortäuschen einer anderen Identität durch künstliche Veränderung des Gesichts ist, zu erhöhen. Durch die Entwicklung eines neuartigen 2D / 3D Sensors, der dynamische Gesichtsbewegungen und 3D Geometrien zusammen mit hochauflösenden Bildern liefert, soll eine Täuschungsabwehr und zuverlässigere Authentifizierung erzielt werden. Lebenderkennung, Verhaltensanalyse und Analyse neuer biometrischer Merkmale sollen Presentation Attacks zuverlässig detektieren.

Die Verhaltensanalyse zielt auf das Erkennen von „verdächtigem Verhalten“ ab und bedient sich an der Methoden des maschinellen Lernens, welche für das Training nur Informationen über gewöhnliches Verhalten benötigen. Durch Analysen der Reflexionseigenschaften sollen (Teil-)Masken und starkes Make-up erkannt werden. Dazu werden die Reflexionseigenschaften der Haut, unterschiedlicher (Teil-)Masken und Make-up in verschiedenen Spektralbändern und in Abhängigkeit der Oberflächennormalen untersucht. Anhand von minimalen Farbveränderungen im Gesicht während des Herzschlags ist eine Lebenderkennung und Schätzung der Pulsfrequenz möglich. Dies soll ausgenutzt werden, um (Teil-)Masken und starkes Make-up zu detektieren und zu segmentieren. Außerdem werden zur Verbesserung des biometrischen Vergleichs Verfahren zur Normierung von Gesichtsbildern (Beleuchtung und Pose) auf Basis der 3D Informationen entworfen.

Die Verfahren werden in zwei Demonstratoren für die automatische Grenzkontrolle (abc Gate) und in einem Selbstbedienungsterminal (eGovernment) evaluiert.



Quelle: Fraunhofer IOF

Multimodale 3D Erfassung von Personen zur Detektion von Presentation Attacks

Beteiligte Partner

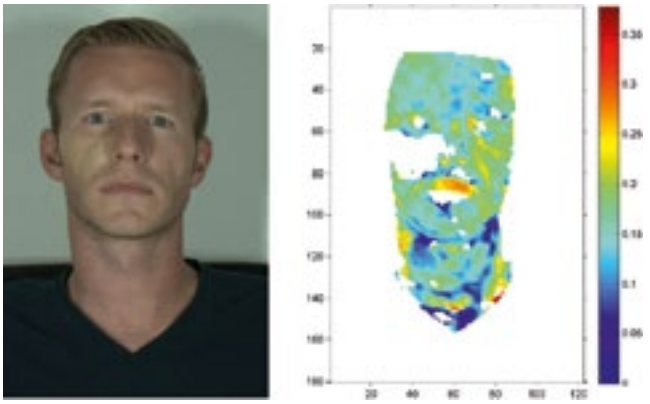
Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut (HHI)
Prof. Dr. Peter Eisert (Koordinator)

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Bundesdruckerei GmbH

JENETRIC GmbH

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF)



Quelle: Fraunhofer HHI

Detektion partieller Gesichtsabdeckungen (rechte Wange) aus Änderungen des lokalen Blutflusses / Pulsschlags

ASSIQ

ASSISTENZSYSTEM ZUR QUALITÄTSÜBERWACHUNG

3D-Bauteilmarkierung

Quelle: ASSIQ

Problembeschreibung

Die heutige Fertigung von Blechbauteilen in Presswerken ist überwiegend gekennzeichnet durch punktuelles und zeitlich begrenztes Wissen über Prozesszustände, kein oder sehr spätes manuelles Reagieren auf Prozessschwankungen und einer manuellen Endkontrolle durch Sichtbegutachtung mit relativ hohen Fehlerquoten.

Diese Faktoren führen letztendlich zu nicht akzeptablen Ausschussraten. Im Idealfall werden Fehlerteile am Ende der Fertigungsanlage erkannt (und sofort verschrottet), es kommt zum Stopp der Produktion bzw. der Änderung von Prozessparametern auf Basis von Erfahrungswissen des aktuellen Anlagenführers. Im ungünstigeren Fall werden Fehlerteile bei der Sichtkontrolle übersehen. Diese Teile gelangen in gefügte Baugruppen oder - im schlimmsten Fall – in das fertige Produkt mit entsprechend hohen Folgekosten. Moderne Ansätze überwachen als Einzellösungen deshalb im Rahmen aktuell verfügbarer Sensorik wichtige Fertigungsschritte, um Fehler zu eliminieren oder zu minimieren.

Aktueller Stand

Zur Ermittlung der Daten werden z.Z. die notwendigen Sensoren im Presswerk Magnetto in Treuen installiert. Diese wurden im bisherigen Projektverlauf bei den jeweiligen Partnern entwickelt und entsprechend den Vorgaben aus der Industrie unter - in Bezug auf Geschwindigkeiten und Fehlerbilder - realitätsnahen Laborbedingungen intensiv getestet.

Die notwendige eindeutige Zuordnung der Daten zum Bauteil ist durch die produktionsintegrierte individuelle und fälschungssichere Markierung möglich mit einem neuartigen 3D-Code gegeben.

Die betrifft in der bauteilseitigen Analyse eine das Auslaufband überspannende Kamerabrücke zur Erkennung von Bauteilfehler wie Risse oder Stempelbruch. Durch die Integration von 3D-Kameras soll dieses Anwendungsfeld in Richtung Geometrieabweichung vorangetrieben werden.

Werkzeugseitig werden - neben den Sensordaten der Produktionsanlagen – die aus einer Stößeladapterplatte generierten Daten genutzt, um bereits im Herstellungsprozess Abweichungen erkennen zu können. Durch eine optimierte Sensoranordnung ist es möglich, neben dem eigentlichen Sensorsignal (Kraft, Temperatur, Biegemoment...) aus den

Kamerabrücke

Quelle: ASSIQ

zeitlichen Komponenten der Signalverläufe auf den Ort des Ursprungs zu schließen.

Unterstützt werden diese Arbeiten durch den Einsatz von AR-Brillen in der Qualitätssicherung. Hierbei werden die gesammelten und algorithmisch aufbereiteten Informationen aus dem aktuellen Produktionslos und die statistische Auswertung über den gesamten Produktionszyklus zusammengefasst dem Prüfer zur Beurteilung des Prüflings bereitgestellt. Flankiert werden diese Arbeitspunkte durch die Entwicklung einer neuartigen Near-to-Eye Optik, die bestehende System deutlich verschlanken und somit nutzerfreundlicher gestalten soll.

Die letztendlich Entscheidung über den Bauteilstatus verbleibt, trotz der zunehmenden Assistenzsystem, aber beim Menschen.

Beteiligte Partner

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
Dr. Peter Schreiber (Koordinator)

Siemens AG
Department of Corporate Technology (CT)
Dr. Andreas Hutter

MARKATOR Manfred Borries GmbH
Michael Preyl

TU Ilmenau
Fachgebiet Medienproduktion
Prof. Dr. phil. Heidi Krömker

MA Automotive Deutschland GmbH
Dr. Lutz Klose

Gesellschaft für Bild- und Signalverarbeitung (GBS) mbH
Torsten Machleidt

TRsystems GmbH
Ulrich Hauser

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
Sören Scheffler

3D-Montageassistent

3D-BASIERTE ASSISTENZTECHNOLOGIEN FÜR VARIANTENREICHE MONTAGEPROZESSE - MENSCHZENTRIERTER ARBEITSPLATZ DER ZUKUNFT

Software-Werkzeug zur Erzeugung der Ventilvarianten

Quelle: Fraunhofer IFF

Problembeschreibung

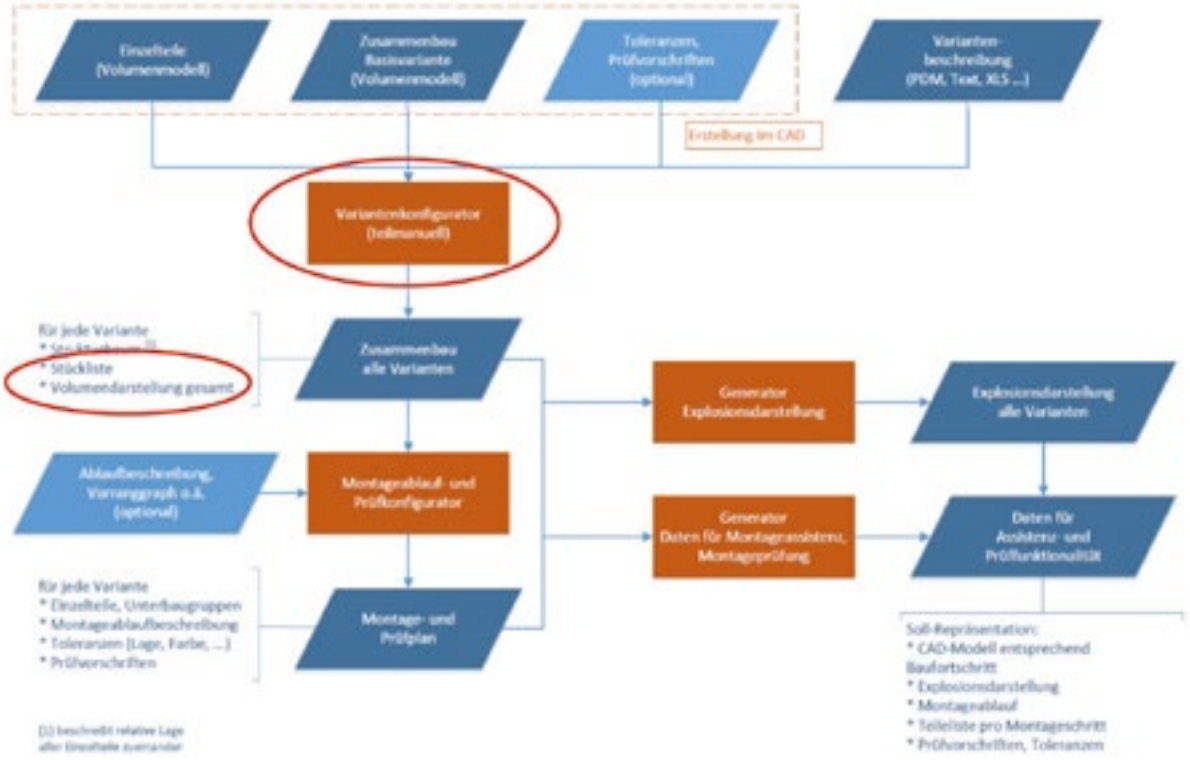
Bei industriellen Montageprozessen ist das wachsende Maß an erforderlicher Flexibilität oft nur durch eine teilautomatisierte oder gar manuelle Montage wirtschaftlich umsetzbar. Die Komplexität und Variantenvielfalt stellt bei der manuellen Montage jedoch sehr hohe Anforderungen an die kognitive Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Mitarbeiter. Ein hohes Maß an erforderlicher Konzentration und Verantwortung für ein fehlerfreies Montageergebnis führen zu hohen Arbeitsbelastungen. Darüber hinaus wirken sich menschliche Faktoren wie Tagesform, Ermüdung etc. mindernd auf die Qualität des Arbeitsergebnisses und die Produktivität aus. Hieraus begründet sich die Motivation für das vorliegende Vorhaben.

Aktueller Stand

Im Projekt wurden die Use Cases aus den Endanwenderunternehmen analysiert, die Anforderungen abgeleitet und ein Konzept für das Gesamtsystem und seine Komponenten erarbeitet. Anhand einer Prozess-FMEA der zur unterstützenden Montageprozesse wurden für die ausgewählten Beispielanwendungen die Schwerpunkte der Assistenzfunktionen ermittelt.

Ein wichtiger Aspekt für das Assistenzsystem ist die aufwandsarme Erstellung der Datenbasis auf der Grundlage vorhandener Daten, da spezifisches Authoring immer zeitaufwändig, fehlerbehaftet und schwer zu pflegen ist. Aus diesem Grund wurde eine Möglichkeit geschaffen, um basierend auf Stücklisten, CAD-Daten und Produktkonfigurationsregeln den jeweils für ein Produkt erforderlichen 3D Datensatz zu erzeugen. Diese Daten werden in der Folge einerseits zur Verifizierung der korrekten Bauzustände eingesetzt, andererseits auch als Teil der Assistenzfunktion in Form von Outline-Projektionen, Hologrammen oder 3D-Animationen genutzt werden.

Im Bereich der Sensorik wurden umfangreiche Versuche zur Erkennung von Bauteilen und Bauzuständen unter realitätsnahen Arbeitsplatzbedingungen durchgeführt. Darüber hinaus konnte im Bereich der Handlungsrekonstruktion mittels optischer Verfahren eine Erkennung von Nutzeraktionen bei der Entnahme und Platzierung von Bauteilen prototypisch implementiert werden. Ziel ist es, die Erkennung unter Zuhilfenahme von Meta-Informationen zu erweitern.



Quelle: 3D-Montageassistent

System-Architektur - Erzeugung Produkt-Varianten

Für die Ermittlung der Beanspruchung der Nutzer des Systems wurde eine VR-Simulation des Assistenzsystems entwickelt, die die Möglichkeit bietet, Montageaufgaben mit variabel zu konfigurierenden Assistenzfunktionen virtuell auszuführen. Mit der VR-Simulation werden Nutzer-Test durchgeführt und die individuelle Beanspruchung insbesondere die Herzratenvariabilität ermittelt.

Beteiligte Partner

- LIVINGSOLIDS GmbH (Koordinator)
- Parker Hannifin GmbH
- piezosystem jena GmbH
- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Medizinische Fakultät, Arbeitsmedizin IAM
- ZBS Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e.V.

Quelle: 3D-Montageassistent

Gesamtansicht des Arbeitsplatzes - aktueller Aufbau

FASTER

MODULARE SENSOREN FÜR NATÜRLICHE MENSCH-MASCHINE-INTERAKTION UND KONTINUIERLICHE PROZESSE

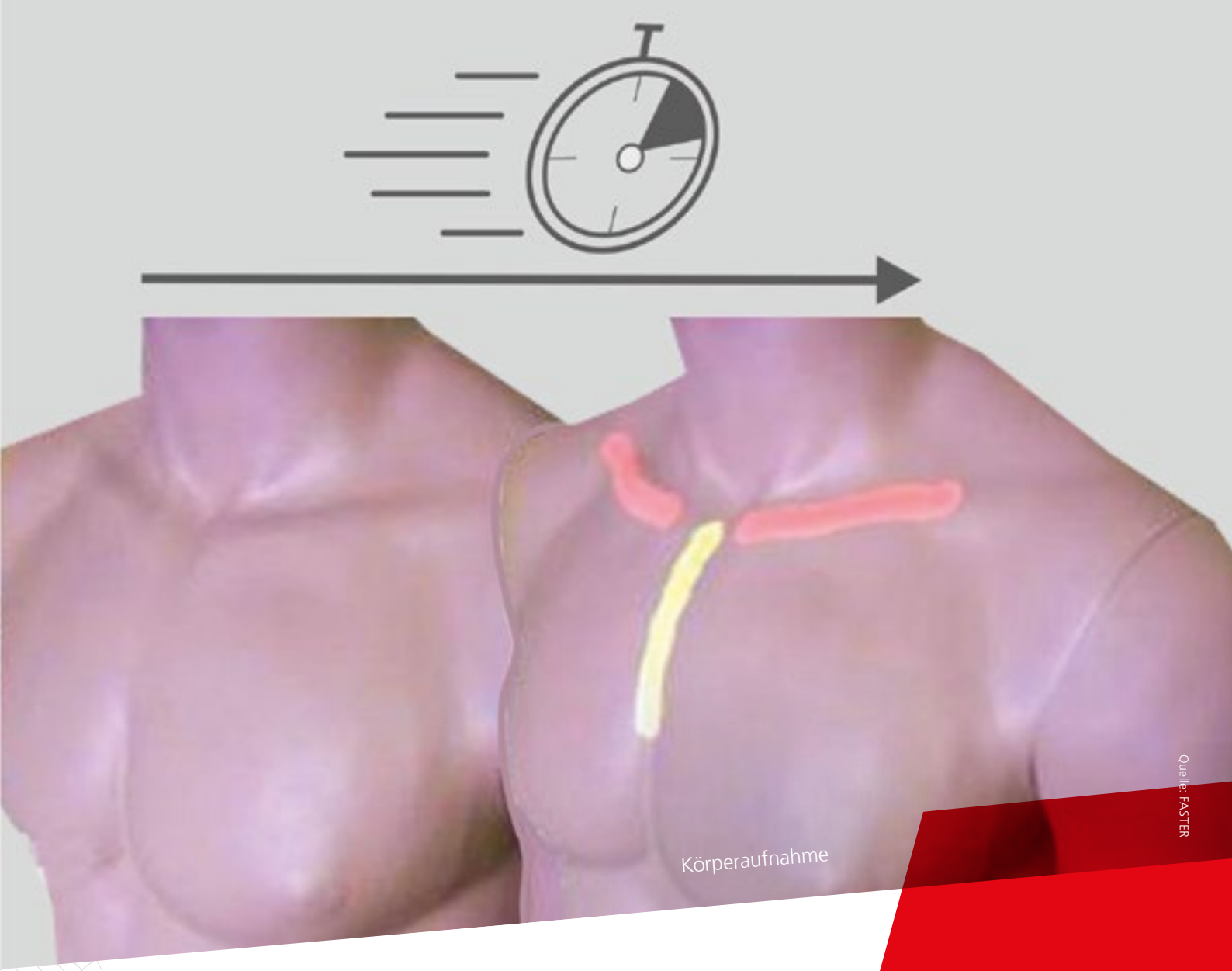
Quelle: FASTER

Problembeschreibung

Kommen für die Wechselwirkung von Mensch und Maschine hochauflösende 3D-Sensoren zum Einsatz, so erfolgt diese Interaktion bis heute suboptimal. Technisch bedingt unnatürliche Abläufe der Maschinen stehen einem intuitiven, natürlichen Verhalten des Menschen gegenüber. Aufgrund seiner Fähigkeiten wird der Mensch gezwungen, sein Verhalten der Maschine anzupassen oder unterzuordnen. Ursächlich für diese Situation sind unter anderem hohe Latenzen der Sensorik als wesentliches Glied einer Verarbeitungskette. Obwohl für das optische Erfassen von 3D-Daten geeignete Hardwarekomponenten verfügbar sind, die die Projektion und Aufnahme schnell umsetzen, verursachen bandbreitenbegrenzende Schnittstellen merkliche Verzögerungen. Die 3D-Messdaten können somit nicht in der Geschwindigkeit und Flexibilität erzeugt und verarbeitet werden, die die eingesetzten Hardwarekomponenten selbst zulassen würden. Verfügbares Potenzial geht verloren und in der Folge entstehen Akzeptanzschwellen durch verzögerte Mensch-Maschine-Interaktionen.

Aktueller Stand

In der Phase des Architekturentwurfs wurden drei Ansätze verfolgt, die komplementär sind im Hinblick auf Geschwindigkeit, Flexibilität und Kosten der Endgerätelösung. Für jede dieser Designprinzipien sind die entsprechenden, hochleistungsfähigen Sensorkomponenten ausgewählt, qualifiziert und integriert worden, wobei sich die Funktionalität der Muster-Projektion, der Bildaufnahme und der initialen Bilddatenverarbeitung so miteinander verschmelzen lässt, dass die Zielparameter hinsichtlich Auflösung und Latenz erreichbar sind. Die Implementierung der Referenzhardware sowie der entsprechenden Software ist bei allen erfolgreich abgeschlossen worden und grundlegende Vorversuche haben gezeigt, dass die zentrale Zielstellung des Vorhabens, durch eine direkte hardwareseitige Kopplung zwischen Projektion, Aufnahme und Auswertung signifikant kürzere Mess- und Latenzzeiten zu erzielen, sicher erreicht wird. Die neuartigen Hard- und Softwarekomponenten sollen im nächsten Schritt als Demonstratoren bedarfsfeldübergreifend erprobt werden und die volle Leistungsfähigkeit wird in abschließenden Labortests ermittelt.



Körperaufnahme

Quelle: FASTER

Beteiligte Verbundpartner

- ViALUX Messtechnik + Bildverarbeitung GmbH, Chemnitz (Koordinator)
- AVT GmbH Automatisierungs- und Verfahrenstechnik, Ilmenau
- Vision & Control GmbH, Suhl
- INB Vision AG, Magdeburg
- Fachgebiet Qualitätssicherung und Industrielle Bildverarbeitung, TU Ilmenau
- Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena

3DLivingLab

DEMONSTRATOR 3D-LIVINGLAB FÜR DIE ALLIANZ 3DSENSATION

Interaktions-Demonstrator „Roboter-Aktor" des 3D-LivingLab verdeutlicht die Echtzeitkopplung von 3D-Sensorik zur Erfassung der Szene und dem Roboter-Steuerungssystem als Aktor

Quelle: Fraunhofer IWU

Ziel des Vorhabens

Ziel des Forschungsvorhabens 3D-LivingLab ist es, ein transportables und modular erweiterbares Demonstrator-System aufzubauen, in welchem eine intuitive Interaktion zwischen Mensch und Technik repräsentativ ermöglicht wird und das für weitergehende Forschungszwecke (z.B. Untersuchungen zur Wirkungsbewertung, Validierung von 3D-Sensoren, …) dem Konsortium 3Dsensation zur Verfügung steht.

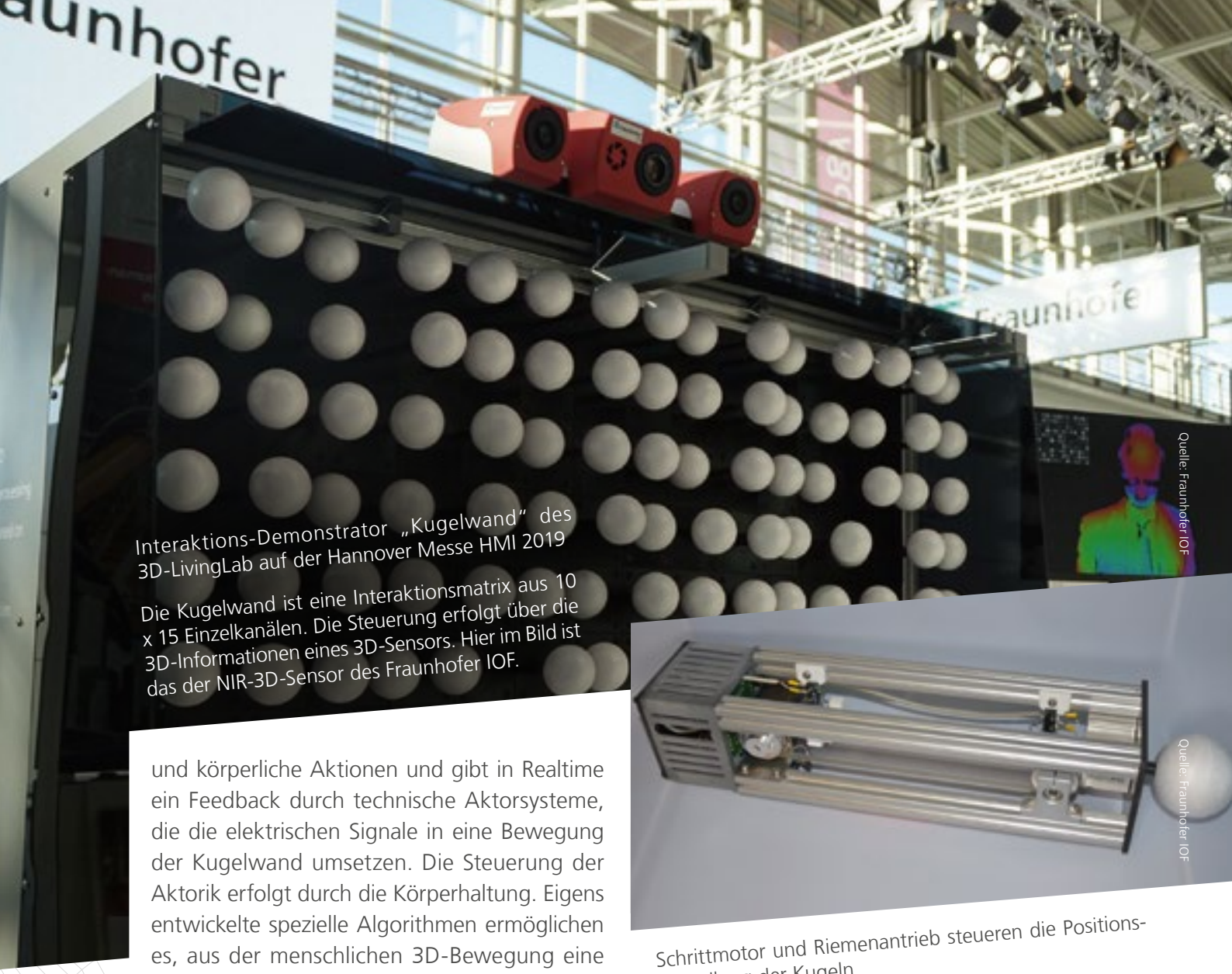
Roboter-Aktor

Der Teildemonstrator Roboter-Aktor präsentiert auf spielerische Weise die direkte Interaktion von Mensch und Maschine. Hierbei gibt der Mensch Handlungsanweisungen in Form von Spielzügen des Spiels „Türme von Hanoi" vor, die mittels 3D-Sensorik in Echtzeit erfasst und in Ansteuerbefehle für den Roboter übersetzt werden.

Bei der Entwicklung und Umsetzung des Demonstrators wurde auf einen modularen Aufbau geachtet, der einen unkomplizierten Austausch einzelner Komponenten sowie eine schnelle Adaption einzelner Funktionalitäten in industrielle Anwendungen ermöglicht. So können beispielsweise verschiedenste 3D-Sensoren eingesetzt werden, wie dem Kinect-Sensor, dem NIR-3D-Sensor vom Fraunhofer IOF oder den Stereo-Systemen von SICK. Ein eigens entwickeltes Modul zur 3D-Erfassung der Spielobjekte vom Mensch und Roboter errechnet aus den 3D-Punktdaten der angeschlossenen Sensoren die exakte Position und Anordnung der Spielobjekte. Ausgehend von diesen Daten erfolgt ein direkter Abgleich der beiden Spielfelder und ermöglicht so eine schnelle Reaktion des Roboters auf die Handlungen des Menschen. Für die latenzarme Ansteuerung des Industrieroboters werden aus den Handlungsanweisungen Bewegungsabläufe für den Roboter generiert, direkt an die Steuerung übertragen und automatisiert abgearbeitet. Der Roboter wird mit einer Werkzeugmaschinensteuerung (NC-Steuerung) betrieben, sodass die Ansteuerung über standardisierte G-Code-Programme erfolgt und letztendlich für ein großes Spektrum an Werkzeug- und Produktionsmaschinen, unabhängig vom Hersteller, Verwendung finden kann.

Kugelwand

Das System „Kugelwand" setzt sich aus mehreren Modulen zusammen: 3D-Sensorik, 3D-Datenverarbeitung, Bildfusion, Antwortgenerator (Gestenerkennung, Kugelsteuerung usw.) sowie dem Aktorsystem – der eigentlichen Kugelwand, die aus 150 Einzelaktoren besteht. Das Demonstrator-System reagiert auf das Verhalten des Menschen, erfasst komplexe Bewegungen wie Gestik



Interaktions-Demonstrator „Kugelwand" des 3D-LivingLab auf der Hannover Messe HMI 2019

Die Kugelwand ist eine Interaktionsmatrix aus 10 x 15 Einzelkanälen. Die Steuerung erfolgt über die 3D-Informationen eines 3D-Sensors. Hier im Bild ist das der NIR-3D-Sensor des Fraunhofer IOF.

und körperliche Aktionen und gibt in Realtime ein Feedback durch technische Aktorsysteme, die die elektrischen Signale in eine Bewegung der Kugelwand umsetzen. Die Steuerung der Aktorik erfolgt durch die Körperhaltung. Eigens entwickelte spezielle Algorithmen ermöglichen es, aus der menschlichen 3D-Bewegung eine Steuerung der Aktorik anzustoßen und damit die Bewegung der Kugeln auszulösen. Das System zeigt damit sehr schnelle Messtechnik – die Daten werden durch eine neue Generation von 3D-Sensoren aufgenommen –, sehr schnelle latenzarme Verarbeitung – die Daten werden sofort interpretiert und umgerechnet – und die schnelle Reaktion in Echtzeit – die Kugelwand spiegelt anhand der Berechnungsergebnisse sofort die Bewegung der davorstehenden Person. In Produktionsumgebungen lässt sich die Technologie beispielsweise einsetzen, um einen Werker zu überwachen, der mit einem Roboter interagiert und ihm Bauteile reicht. Sie kann auch auf andere Anwendungsfelder wie das der Gesundheit und Sicherheit übertragen werden und die dortigen Abläufe sicherer und effizienter gestalten. Denkbar ist der Einsatz der 3D-Sensorik und der Interaktionskomponenten in Montageassistenz-, und Qualitätskontrollsystemen, sie qualifiziert sich zudem für die Überwachung biometrischer Zugänge.

Schrittmotor und Riemenantrieb steueren die Positionsverstellung der Kugeln

Beteiligte Partner

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, IWU
Michael Hoffmann (Koordinator)

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, IOF
Dr. Peter Kühmstedt

Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik – Heinrich-Hertz-Institut, HHI
Paul Chojecki

Technische Universität Chemnitz, Lehrstuhl Prozessinformatik und Virtuelle Produktentwicklung
Dr. Philipp Klimant

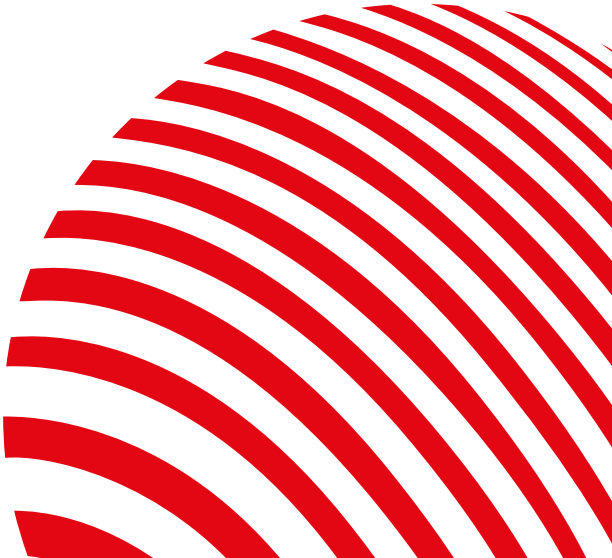
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Lehrstuhl Allgemeine Psychologie
Prof. Stefan Schweinberger

SICK AG
Frank Blöhbaum

FusionSystems GmbH
Dr. Ullrich Scheunert

VERBUNDVORHABEN

3. Call



3D-KOSYMA

KOLLABORATIVES, ORTSFLEXIBLES PRÜFSYSTEM MIT MENSCH MASCHINE INTERAKTION FÜR DIE 3D-QUALITÄTSSICHERUNG

Abb. 1: Testsystem für die automatische Lageerkennung

Quelle: Fraunhofer IWU

Problembeschreibung

Moderne Automatisierungstechniken lösen bei Weitem nicht alle akuten Probleme in der Wirtschaft. Sie betreffen Prozesse, die weder sinnvoll noch wirtschaftlich automatisierbar sind, weil sie ein Maß an Flexibilität und kreativer Problemlösungsintelligenz erfordern, die Maschinen überfordern. Dies ist besonders in den Bereichen der industriellen Produktion relevant, wo Prüfaufgaben die Produkt- und Prozessqualität sichern.

Wenn an einem Bauteil eine Prüfung notwendig ist, kann man zwischen zwei grundsätzlichen Situationen unterscheiden. In der ersten sind Bauteil und Prüfaufgabe vorher klar bekannt, und können infolgedessen mit Softwarelösungen vorab geplant und mit einem Messsystem automatisiert durchgeführt werden. In der zweiten Situation ist die konkrete Prüfaufgabe vorab nicht bekannt. Es liegen Kenntnisse über das zu messenden Bauteil vor und ein Mensch entscheidet über die Notwendigkeit einer Prüfaufgabe und die Position des Prüfgerätes. Hier liegt eine unerwartete, irreguläre Situation vor, in der die menschliche Fähigkeit zur extrem flexiblen Reaktion auf eine neue Situation und die technische Fähigkeit von Sensoren zur hochgenauen Prüfung kombiniert werden müssen.

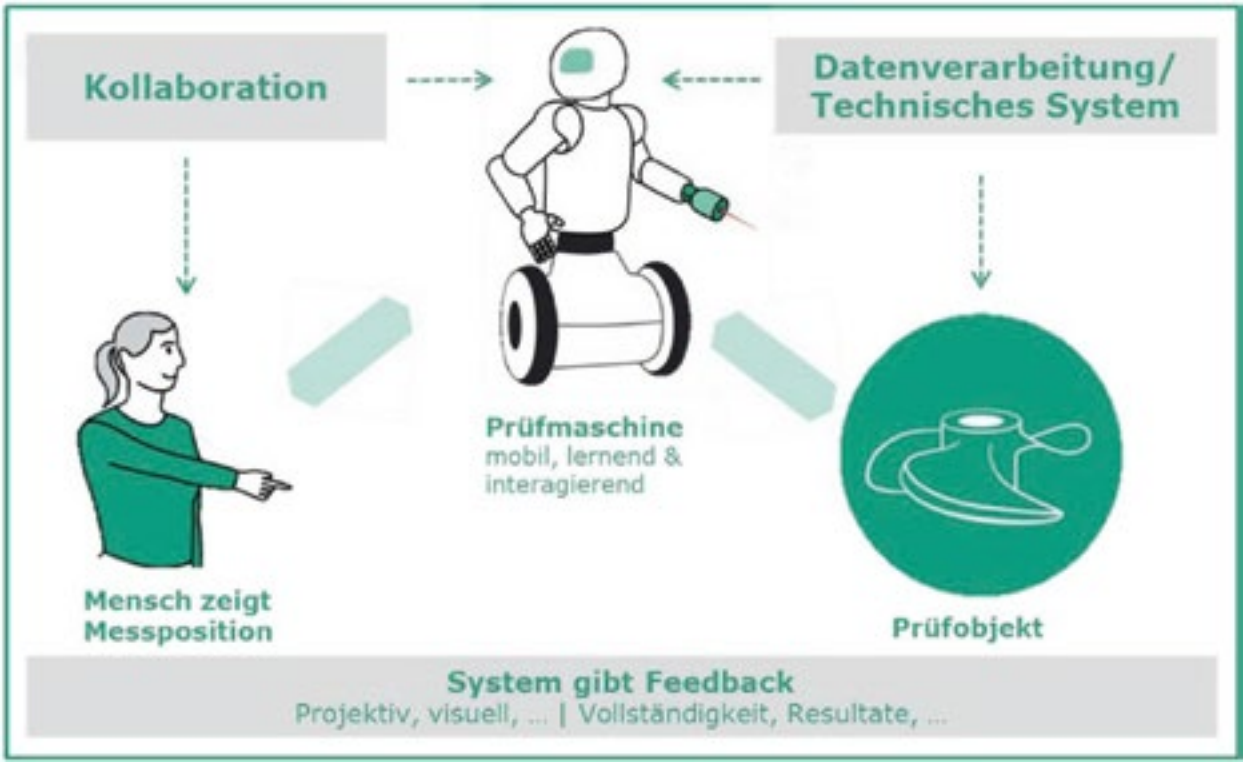
Aktueller Stand

Die Lösung besteht darin, den Menschen konsequent in den Mittelpunkt der Arbeitswelten zu stellen und diesen durch intelligente Maschinen sicher und wertschöpfend zu unterstützen.

Zielstellung im Projekt „3D-KOSYMA“ ist die Entwicklung eines mobilen, interaktiv lernenden Prüfsystems. Dies wird in Form einer Prüfmaschine umgesetzt, die am Prüfort interaktiv oder teilautonom nach Anleitung Prüfaufgaben an beliebigen Werkstücken durchführt.

Wie in Abb.2 dargestellt, erkennt ein Mensch an einem Bauteil eine zu untersuchende oder problematische Stelle und zeigt entweder mit seiner Hand oder seinem Finger auf diese Position. Das interaktive Prüfsystem erkennt mit seinen Sensoren sowohl die Zeigeaktion als auch die Zielposition auf dem Bauteil, führt die Messung durch und stellt die Ergebnisse dar.

Zentrales Element des interaktiven Prüfsystems ist ein kollaborativer Roboter, der sich auf einer mobilen Plattform befindet. Für die Prüfung und Interaktion stehen verschiedene Sensortechnologien zur Verfügung, die für die am Projekt beteiligten Anwender miteinander kombiniert werden.



Quelle: Fraunhofer IOF

Abb. 2: Schematische Darstellung der oben vorgestellten Interaktion zwischen Mensch und System zur Vermessung (Prüfung) eines Bauteils

- Streifenlichtprojektion für verschiedene Messvolumen
- Augmented Reality
- Farbprüfung
- 2D/3D Sichtprüfung

Gemeinsam mit den am Projekt beteiligten Anwendern wurden mehrere Konzepte entwickelt. Beispiele sind in Abb. 1 und 3 dargestellt.

Beteiligte Partner

INB Vision AG, Magdeburg (Koordinator)

SQB Steinbeis Qualitätssicherung und Bildverarbeitung GmbH, Ilmenau

3plusplus GmbH, Suhl

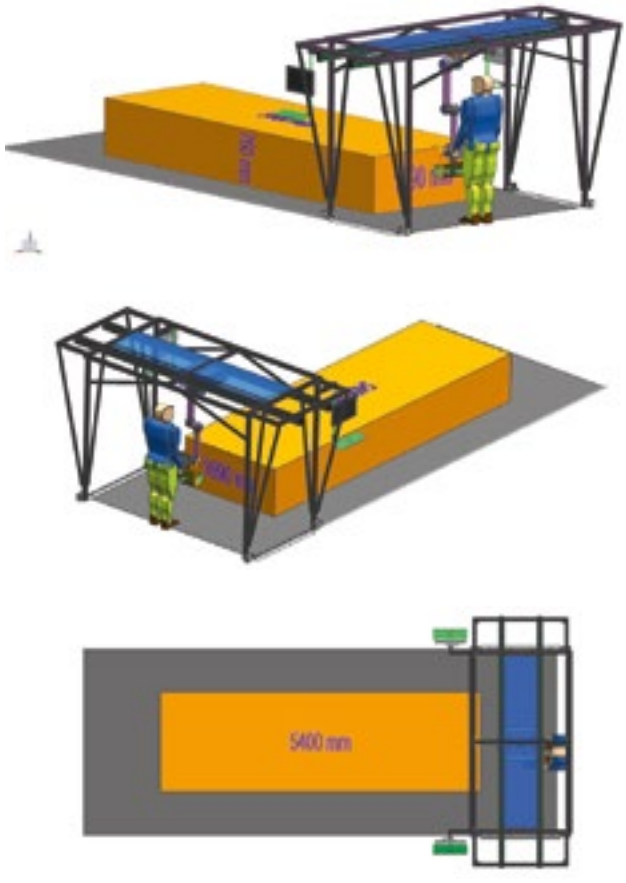
KOLBUS GmbH & Co. KG, Rahden

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF, Magdeburg

Fraunhofer-Institut für angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena

Siebenwurst Werkzeugbau GmbH, Zwickau

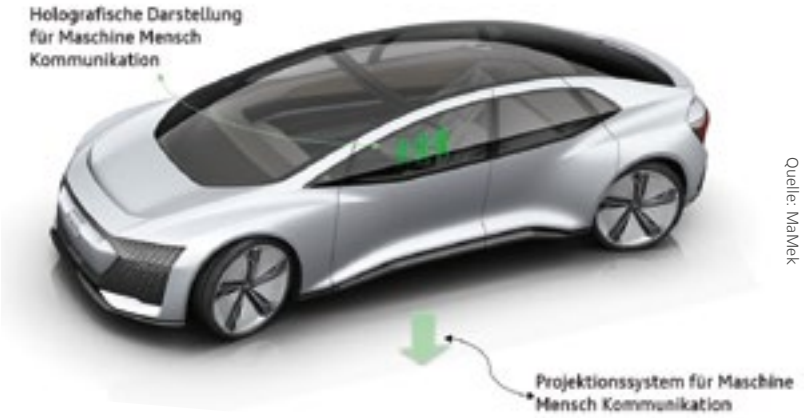


Quelle: Kolbus GmbH & Co. KG

Abb. 3: Kombination von Augmented Reality und 3D-Prüfung

MaMeK

PROJEKTIONSSYSTEME FÜR DIE MASCHINE-MENSCH-KOMMUNIKATION



Quelle: MaMeK

Problembeschreibung

Das Automobil entwickelt sich gegenwärtig vom reinen Beförderungsmitteln hin zu einem mobilen Medien-, Navigations- und Assistenzzentrum, das sowohl mit dem direkten Nutzer als auch mit der Umwelt stetig aktiv kommunizieren muss. Eine Vielzahl von Sensoren erfassen Abstände, Fahrzeugzustand und die Umgebung des Autos. Sie erhöhen nicht nur den Komfort des Fahrers, sondern sorgen mit ihrer Funktionsvielfalt zu einer deutlichen Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Eine zentrale, bisher aber nur unzureichend adressierte Fragestellung, betrifft die Kommunikation von teilautonomen oder hochautonomen Fahrzeugen mit ihrer Umwelt.

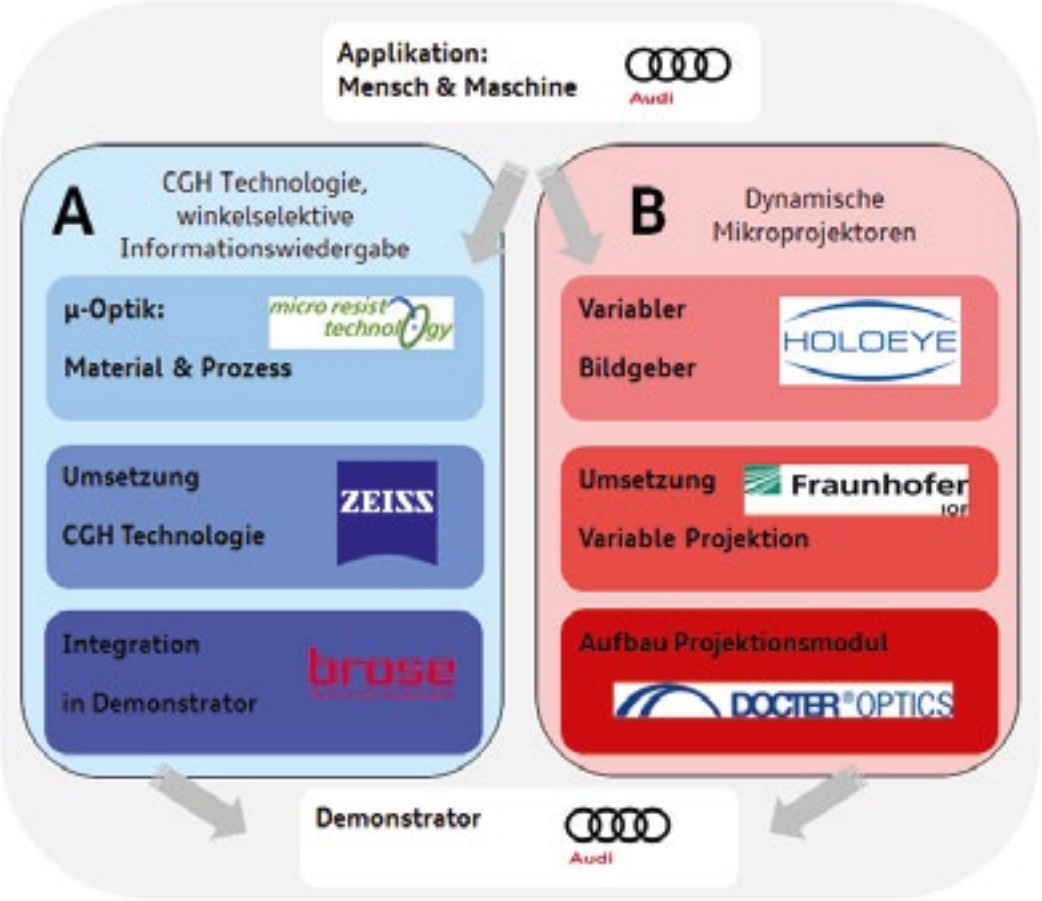
Wie signalisiert ein Fahrzeug beispielsweise einem Passanten seine geplanten Aktivitäten, kritische Situationen oder die Erkennung der Person? Bei einem aktiven Fahrer erfolgt dies durch den direkten Blickkontakt, die Gestik und teilweise Mimik.

Eine zentrale Rolle bei der Lösung dieser Fragestellung werden angepasste optische Systeme einnehmen, welche eine direkte und möglichst intuitive Kommunikation zwischen Maschinen und Menschen ermöglichen – sie übernehmen den Blickkontakt zwischen Personen und Fahrern. Hierbei ist eine variable und situationsangepasste Funktionalität der kommunizierenden optischen Systeme essentiell. Diese Kommunikation muss sowohl zielgerichtet sein und gleichzeitig für nicht betroffene Verkehrsteilnehmer möglichst wenig störend oder verwirrend, im besten Fall unsichtbar.

Das Verbundvorhaben MaMeK stellt sich der Herausforderung konkrete Lösungen für die Fragestellung zu entwickeln und damit die situationsangepasste Car2Human Kommunikation zu ermöglichen.

Ziel des Vorhabens

Das Gesamtziel des Verbundes besteht in der Erforschung und Entwicklung zweier technologischer Ansätze für Displays, sowie deren Analyse und Evaluation für die Integration in ein Car2Human-Kommunikationskonzept. Dabei sollen holografische direct view-Displays und mikrooptische Projektionssysteme entstehen, welche eine dynamische Informationswiedergabe ermöglichen. Bereits im frühen Stadium der Forschungsarbeiten gilt es Nutzerbedarfe zu ermitteln und diese konsequent an die technologischen Arbeiten zu koppeln. Die erarbeiteten Systeme sollen am Ende des Projektes in ein Vorführfahrzeug integriert und mit den entsprechenden Sensoren eines teil- bzw. hochautonomen Fahrzeuges vernetzt sein.



Quelle: MaMek

Beteiligte Partner

AUDI AG
Friedrich-Uwe Tontsch (Koordinator)

Carl Zeiss Jena GmbH
Dr. Michael Helgert

micro resist technology GmbH
Dr. Marko Vogler

HOLOEYE Photonics AG
Sven Krüger

Brose Fahrzeugteile GmbH & Co
Johannes Schulz

Docter Optics SE
Thomas Hilbert

Fraunhofer IOF
Dr. Peter Schreiber

3D-IMiR

VON DER ANGST ZUM VERTRAUEN: 3D-INTERAKTION ZWISCHEN MENSCH UND INDUSTRIELLEN ROBOTERN

Quelle: Fraunhofer IWU

Problembeschreibung

Industrieroboter sind in heutigen Produktionsanlagen allgegenwärtig. Jedoch gelten für ihren Betrieb strenge Sicherheitsvorschriften. Die Roboter arbeiten deshalb in der Regel räumlich getrennt vom Menschen. Nur Sonderbauformen, wie beispielsweise Leichtbauroboter, können derzeit, unter Einschränkungen bezüglich der erreichbaren Geschwindigkeit und Tragkraft, mit dem Menschen direkt kooperieren und ihn aktiv unterstützen. Die Applikationen beschränken sich dabei heutzutage insbesondere auf Hilfestellungen in der Montage. Jedoch bedingt die zunehmende Nachfrage nach individualisierten Produkten eine steigende Variantenzahl und damit zunehmende Anforderungen an eine flexible Produktion. Langfristig erwächst daraus die Notwendigkeit einer gewissen Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine beziehungsweise zwischen industriellen Robotern, in welcher Mensch und Maschine ihre Vorteile ausspielen können (Mensch: Wahrnehmung, Urteilsvermögen, Improvisation; Roboter: Reproduzierbarkeit, Produktivität, Kraft). Die Produktion kann dadurch schneller vonstattengehen und zugleich flexibel und robust auf Produktvariationen reagieren. Ein Hemmnis für das zukünftige Flexibilisierungsmodell besteht in der Angst des Menschen vor dem Roboter.

Der Roboter ist eine dynamische Maschine, die sich in alle Richtungen bewegen kann. In diesem Zusammenhang spricht man oftmals vom „Intelligenten und autonomen Roboter“. Doch was passiert, wenn der Mensch die Autonomie sowie die Bewegung der Roboter falsch interpretiert?

Aktueller Stand

In einer ersten statistischen Messreihe wurden nur sehr wenige Events, welche die Emotion Angst kategorisieren, detektiert. Die gezielte Variation unterschiedlicher Parameter des Roboters hat jedoch Aufschluss darüber gebracht, welche Faktoren sich auf die Akzeptanz einer Technologie positiv oder negativ auswirken. Beispielsweise wirkt sich eine langsame Geschwindigkeit von 600 mm/s eher negativ auf die Stimmung des Probanden aus (gelangweilt oder genervt). Die unterschiedlichen Roboterbahnen hatten keinen Einfluss auf das Befinden des Probanden. Lediglich die überraschend auftretende Druckluftgeräusche konnten bei einigen Probanden eine Angstreaktion hervorrufen – jedoch nur einmalig und für kurze Zeit. Auf diese Weise konnte im Rahmen der Forschung fundierte Beiträge zu Auswirkungen von Roboterbahn und Geschwindigkeit im Bereich Schwerlastrobotik ergänzt werden. In einer zweiten Versuchsreihe wird angestrebt, den Abstand zwischen Mensch und Roboter zu minimieren, sodass sich dieser während des gesamten Versuches in der Roboterzelle aufhält und diese nicht nur für die Interaktion betritt.

Quelle: Fraunhofer IWU

Vergleich Stand der Technik – Neuheitsgrad

Quelle: Fraunhofer IWU

Montageposition

Zielstellung soll hierbei sein, das Auftreten von Angst-Events zu erhöhen. Da die Befragungen der Probanden ergeben haben, dass für Sie vor allem die Funktionalität des Systems (bspw. der Gestensteuerung) von Bedeutung gewesen ist, wird zusätzlich die Messgröße Usability untersucht. Demnach werden in der zweiten Versuchsreihe neue Parameter variiert: es wird ein Fehler sowie Zeitdruck induziert. Im Anschluss erfolgt eine Versuchsreihe mit kommunizierenden Systemen, um den Einfluss dieser auf die emotionale Wahrnehmung des Versuchsablaufes des Menschen zu untersuchen.

Publikation

S. Handrich, L. Dinges, F. Saxen, and A. Al-Hamadi (2019) "Simultaneous Prediction of Valence / Arousal and Emotion Categories in Real-time," in IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA)

Handrich, S.; Waxweiler, P.; Werner, P.; Al-Hamadi, A. (2018): 3D human pose estimation using stochastic optiization in real time. 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP).

Bdiwi, M.; Winkler, L.; Putz, M. (2018): Enhanced robot control baed on mental states: Toward full-trust interaction between humans and industrial robots. International Conference on intelligent robots and systems (Madrid) (Poster).

Beteiligte Partner

Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)
Lena Winkler (Koordinator)

Otto von Guericke Universität, Institut für Informations- und Kommunikationstechnik (IIKT)
Sebastian Handrich

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Paul Winkler

Technische Universität Chemnitz
Prof.-Dr. Bullinger-Hoffmann

Intenta GmbH
Marco Breitfeld

Plavis GmbH
André Heller

YOUSE GmbH
Antonia Meißner

Sikom Software GmbH
Ronny Egeler

design:lab weimar GmbH
Carmen Linß

NSC GmbH

3D4F

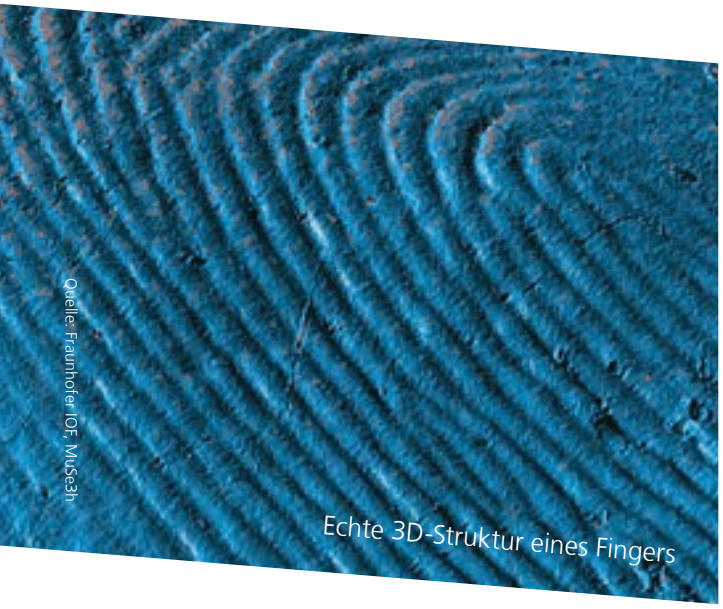
BERÜHRUNGSLOSE PERSONENIDENTIFIKATION MITTELS FÄLSCHUNGSSICHEREM 3D-4-FINGER-SCANNER

Strukturierte Beleuchtung auf der Hand eines Probanden für hochqualitative 3D-Fingeraufnahme, Messaufbau aus dem Vorgängerprojekt MuSe3h

Quelle: 3D4F

Problembeschreibung

Die Aufnahme und Verwendung von 2-dimensionalen biometrischen Fingerabdrücken ist heute die gebräuchlichste Form der Identitätserfassung und Erkennung für hoheitliche Aufgaben. Vor allem durch die gestiegene globale Mobilität ergeben sich neue Anforderungen an eine schnelle, nutzerfreundliche und hygienische Erfassung an Flughäfen, Einwohnermeldeämtern oder im mobilen Einsatz.



Echte 3D-Struktur eines Fingers

Quelle: Fraunhofer IOF, MuSe3h

Ziel des Vorhabens

Ziel von 3D4F ist die Entwicklung eines Demonstrators „4 Finger Scanner“ auf Basis der 3D Erfassungstechnologie. Dieser soll die Vorgaben des weltweit anerkannten FBI Standards EBTS Appendix F bzw. der deutschen Behörde BSI / BSI 2011 erfüllen. Hauptmerkmal soll eine schnelle, robuste und kontaktlose Erfassung von 4 Fingern sein. Diese soll ohne Vorwissen und Hilfestellung von Personen unterschiedlicher Kulturkreise intuitiv erfolgen. Gleichzeitig soll die Hygiene gewahrt und die Weitergabe von Mikroorganismen wie Bakterien und Viren unterbunden werden. Diese Anforderungen setzen einen hohen Grad an Automatisierung voraus, bei dem trotzdem, ggf. von einer Maschine, entschieden werden muss, ob nicht ein Täuschungsversuch vorliegt.

RGB Bild

3D Punktwolke

Quelle: JENETRIC GmbH

Komplette Hand als Farbbild und 3D-Punktwolke

Beteiligte Partner

JENETRIC GmbH, Jörg Reinhold

ART-KON-TOR Produktentwicklung GmbH, Jasmina Schlegel

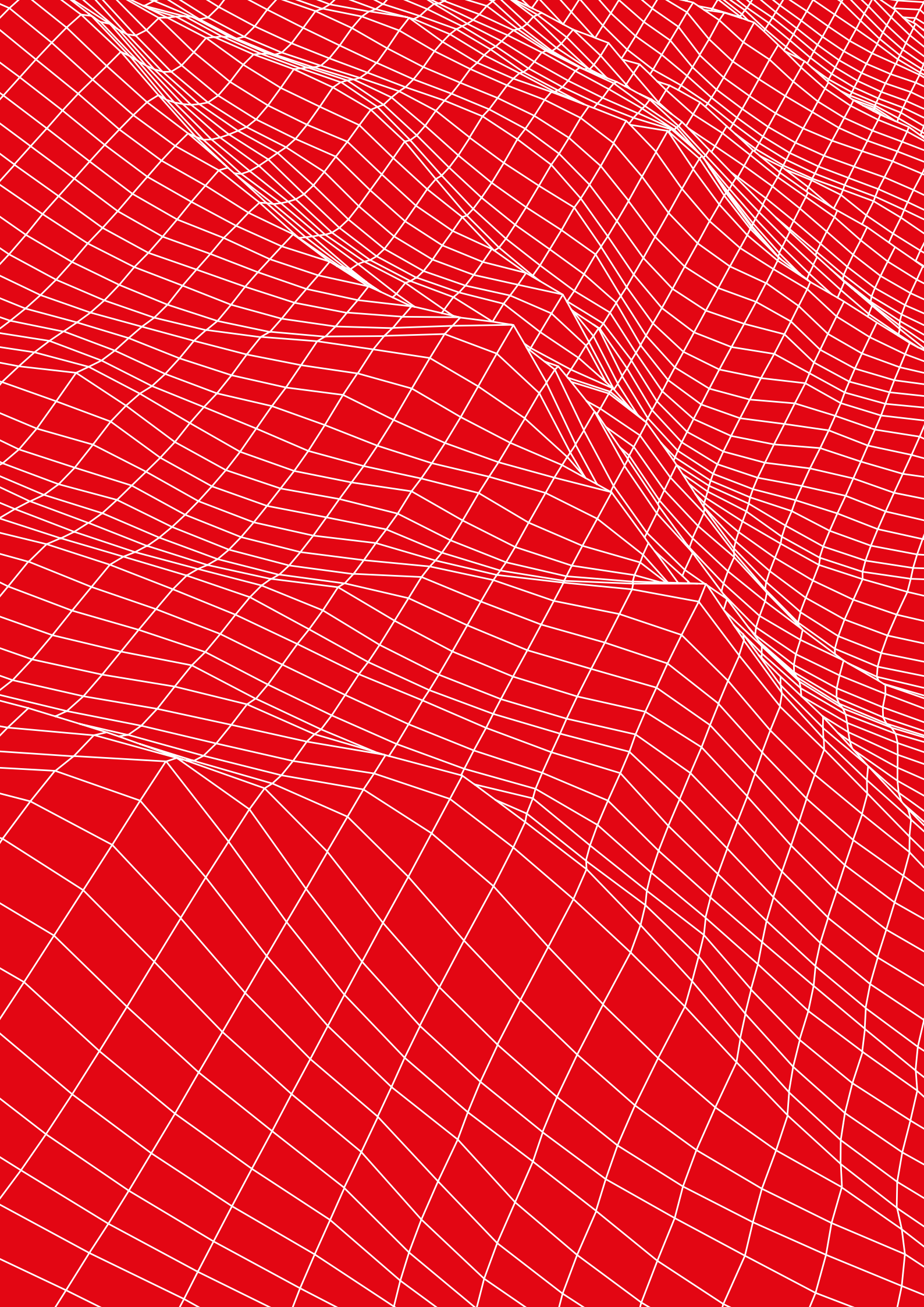
Docter Optics SE, Henry Steger

Linguwerk GmbH, Jörg Knorr

ZBS e.V., Karl-Heinz Franke

TU-Chemnitz, Frank Dittrich

Fraunhofer IOF, Peter Kühmstedt



IDEEN-INVENTIONS-INNOVATIONSVORHABEN (I3-PROJEKTE)

HOLOsurf

VISUELLE 3D OBERFLÄCHENERSCHEINUNGEN MITTELS MIKRO- UND NANOSTRUKTURIERTER SCHICHTSYSTEME

Elektronenmikroskopische Aufnahme von Gold-Nanodrähten mit hoher Dispersion für die Farbgebung in nanostrukturierten Hologrammen.

Quelle: HOLOsurf

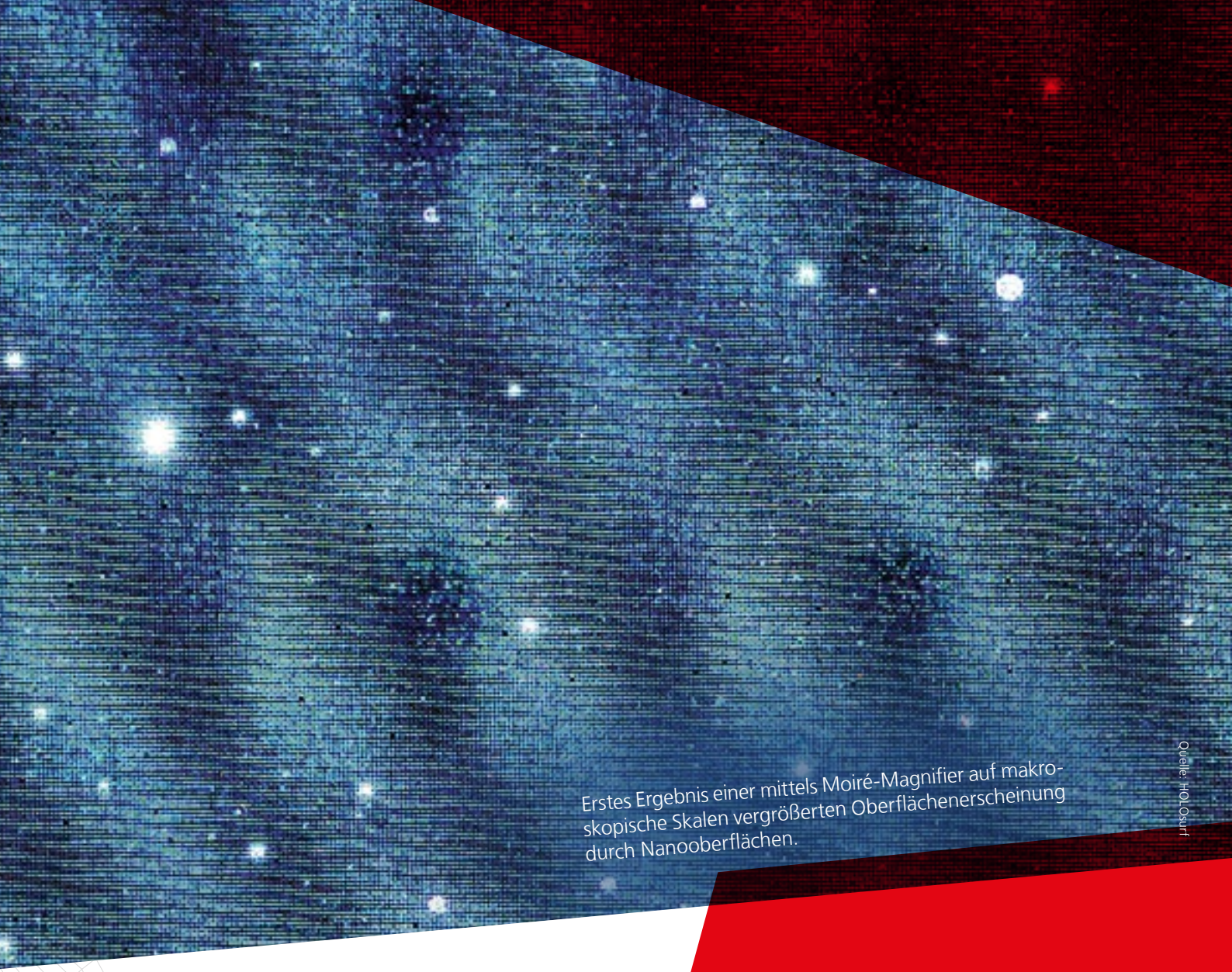
Problembeschreibung

In verschiedensten Anwendungsszenarien ist die Auswahl an verwendbaren Oberflächenmaterialien durch funktionale Gesichtspunkte vorgegeben. Beispielsweise können in Produktionsumgebungen nur einfach zu reinigende glatte Oberflächen oder in medizinischen Einrichtungen nur glatte, desinfizierbare Flächen verwendet werden. So wirken Industriemaschinen für Menschen als unnatürliche Arbeitsumgebung und reduzieren das Wohlbefinden. Ebenso hinterlassen medizinisch qualifizierte Oberflächen von Geräten und Einrichtungsgegenständen oftmals einen sterilen Gesamteindruck in Krankenhäusern und Arztpraxen, welcher sich negativ auf das Wohlbefinden der Patienten auswirken kann. Durch eine Trennung des visuellen Oberflächeneindrucks von der tatsächlichen Textur der Oberfläche können sowohl den funktionalen Anforderungen der Einsatzumgebung als auch den psychologischen Randbedingungen der Nutzer Rechnung getragen werden. Bisher ist dies nur sehr unvollkommen durch z. B. Farbgebung oder gedruckte Motive möglich.

Ziel des Vorhabens

Im Projekt HOLOsurf sollen Konzepte für nanostrukturierte Oberflächen entwickelt werden, welche den visuellen Oberflächeneindruck beliebiger Materialien, z. B. Leder, Stoffe oder Holz, durch dreidimensionale Hologramme darstellen. Dabei sollen insbesondere oberflächennahe Strukturen mit kleinem Aspektverhältnis dreidimensional dargestellt werden, was die für die Verwendung in Anwendungsumgebungen notwendige Unabhängigkeit des visuellen Eindrucks von Betrachtungswinkel und spezifischer Beleuchtung erst ermöglicht.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung von konkreten Umsetzungskonzepten für nanostrukturierte Oberflächen mit spezifisch designbarem Oberflächeneindruck und deren beispielhafte Realisierung. Dabei werden verschiedene Eigenschaften natürlicher Materialien analysiert und durch Nanostrukturierung nachgebildet. Dabei soll neben der Charakterisierung der physikalischen Eigenschaften auch der visuelle Eindruck und die Reaktion von Menschen auf diesen von der Oberflächenstruktur unabhängigen visuellen Oberflächeneindruck ermittelt werden. Weiterhin sollen Konzepte für dynamisch änderbare virtuelle Oberflächen entwickelt werden, welche die Steuerung der Oberflächenanmutung erlauben.



Erstes Ergebnis einer mittels Moiré-Magnifier auf makroskopische Skalen vergrößerten Oberflächenerscheinung durch Nanooberflächen.

Quelle: HOLOsurf

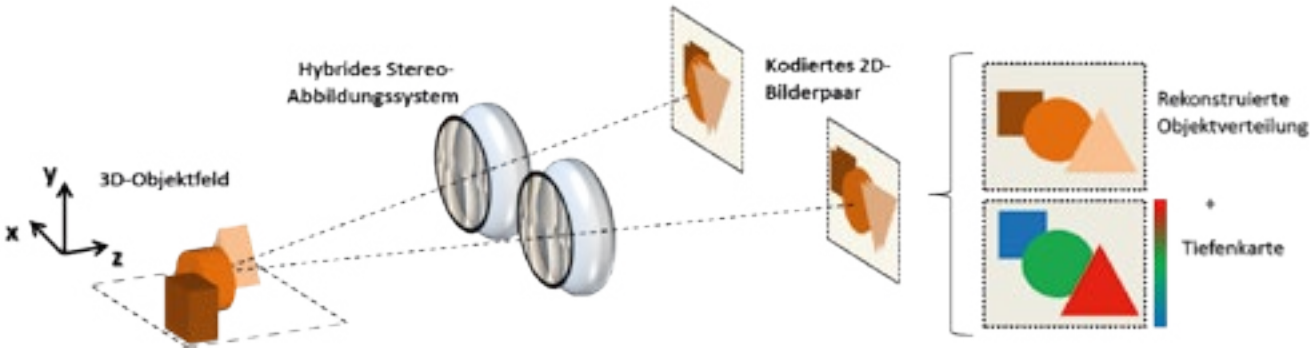
Projektbearbeitung

Institut für Angewandte Physik,
Abbe Center of Photonics,
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Prof. Dr. Thomas Pertsch (Projektleiter)

HYDRA

HYBRIDE 3D-MULTIAPERTUR-KAMERAS

Schematisches Layout eines hybriden Multiapertur-Kamerasystems zur Aufnahme einer 3D-Objektverteilung.



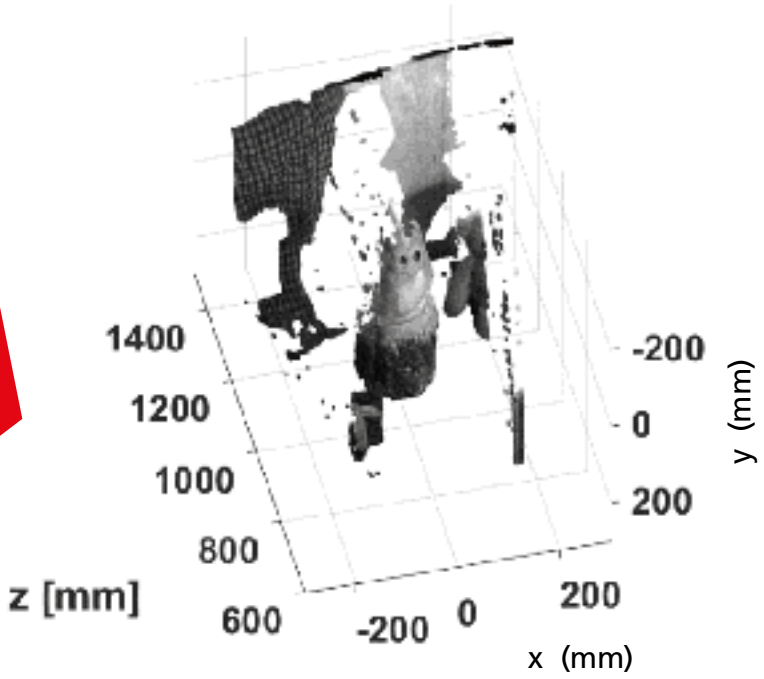
Quelle: HYDRA

Problembeschreibung

Multiapertur- bzw. Stereokameras sind zur optischen 3D-Sensorik weit verbreitet und bereits großflächig in verschiedensten Anwendung etabliert. Diese Art konventioneller Lösungen bieten eine hohe Flexibilität, weisen jedoch durch den zugrundeliegenden Abgleich von Objektmerkmalen innerhalb verschiedener Teilbilder (Disparitätsmessung) inhärente Limitationen bezüglich einer robusten 3D-Aufnahme auf. Im Bereich von Verdeckungen sowie im unmittelbaren Nahfeld eines Einzelkanals ist eine Tiefenmessung auf Basis des aktuellen Standes der Technik nicht möglich. Ziel dieses Vorhabens ist es diese Beeinträchtigungen zu überwinden, indem die herkömmliche Disparitätsmessung mit einem monokularen Ansatz zur Tiefenbestimmung auf Basis neuartigen Phasenelemente erweitert und synergetisch ergänzt wird.

Aktueller Stand

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde erstmalig ein numerisches Tool zum Design und zur Analyse eines hybriden Mehrkanalsystems erarbeitet und zur theoretischen Evaluierung des vorgeschlagenen Verfahrens angewendet. Auf Basis des Tools konnte ein Demonstrationssystem bestehend aus einer Kombination aus zwei konventionellen Bildsensoren, zwei konventionellen Abbildungsobjektiven und neuartigen, mikrooptischen Phasenelementen zur monokularen 3D-Bildaufnahme konzeptioniert werden. Ein weiteres wesentliches Ergebnis der durchgeführten Arbeiten stellt die Implementierung einer umfassenden Kalibrierroutine sowie einer numerisch effizienten Bildnachverarbeitungskette dar. Mithilfe dieser beiden Aspekte konnten aus den beiden aufgenommenen Rohbildern zunächst drei unabhängige Tiefenprofile erstellt werden und schließlich zu einem gesamten 3D Profil vereinigt werden. Schließlich wurde das aus Hardware und Software bestehende Gesamtsystem des Hydra Demonstrators umfangreich getestet. Das System liefert bei einem Arbeitsabstand von etwa 1 m eine laterale Auflösung von 0.4 mm, sowie eine Tiefenauflösung um Bereich von 2 mm. Es konnte gezeigt werden, dass das Gesichtsfeld im Nahbereich der 3D-Aufnahme um bis zu 40% gegenüber einer konventionellen Stereokamera erhöht werden kann.



Quelle: HYDRA

Ermittelte 3D Punktwolke einer Testszene aufgenommen mithilfe des entwickelten Demonstrationssystems.

Projektbearbeitung

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
M.Sc. René Berlich (Projektleiter)

Quelle: HYDRA

Fotos des integrierten Demonstrationssystems der hybriden Mehrkanaloptik mit austauschbaren Phasenelementen

TaktilesFeedback3D

TAKTILES FEEDBACK FÜR DIE BERÜHRUNGSLOSE GESTENINTERAKTION

Quelle: TaktilesFeedback3D

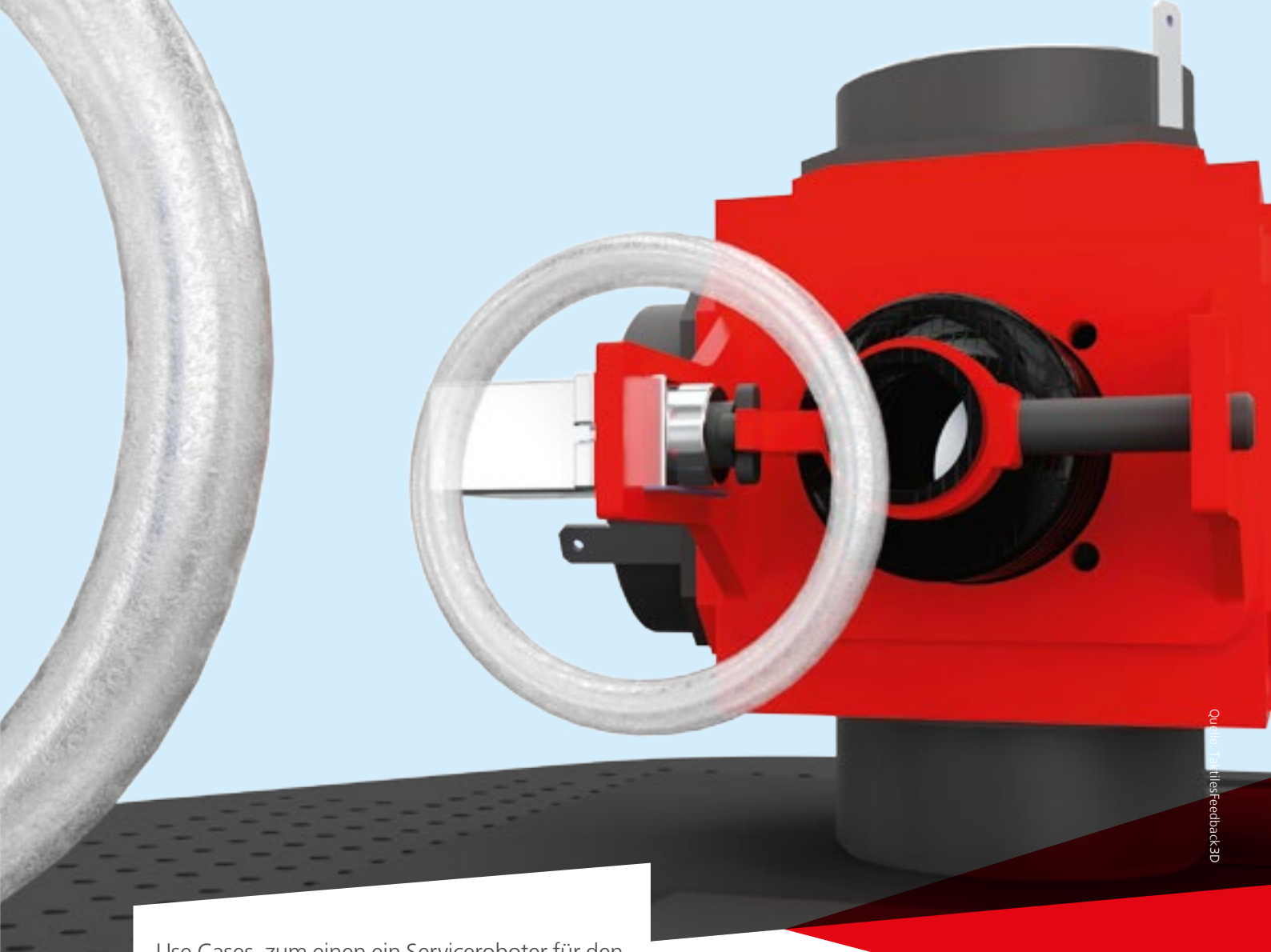
Problembeschreibung

Die berührungslose Gestensteuerung erobert viele Anwendungsfelder, wie zum Beispiel die Interaktion in virtuellen Welten, die Manipulation von Infotainmentsystemen im Fahrzeug oder die Navigation durch Schnittbilddarstellungen von MRTs. Die Gesteninteraktion vereint die Vorteile einer schnellen Verwendbarkeit, indem keine zusätzlichen Geräte (z. B. Datenhandschuhe, Controller) eingebunden werden müssen, mit denen der natürlichen Interaktion, welche als sehr intuitiv und gering kognitiv belastend definiert wird. So wird die Hand direkt als Eingabegerät verwendet und damit die Interaktion mit der realen Umgebung nachempfunden. Nachteilig hierbei ist, dass keine taktile Rückmeldung erfolgt, wie diese bei der natürlichen Mensch-Umwelt-Interaktion (z. B. Greifen, Manipulieren usw.) aber auch bei klassischen Eingabeformen der Mensch-Technik-Interaktion (z. B. Tasten, Touchscreen usw.) vorhanden ist und erwartet wird. Ein Fehlen dieses Feedbacks kann zu Missempfindungen bis hin zu ineffizienten und fehlerbehafteten Interaktionen (z. B. Eingabe vom Nutzer nicht als erfolgreich wahrgenommen) führen.

Ziel des Vorhabens

Im I³-Projekt TaktilesFeedback3D (TF3D) wurde ein taktiles Feedbacksystem für die berührungslose Gesteninteraktion entwickelt. Ein sogenannter Vortex-Generator erzeugt einen Luftwirbel, der zielgenau ein taktiles Feedback auf der Hand erzeugt. Das Feedback ist dabei nicht mit einem Luftstoß zu vergleichen, sondern ähnelt aufgrund des Wirbeleffektes einem „Antippen". Es können verschieden gestaltete taktile Rückmeldungen (z.B. Intensität, Frequenz) realisiert und in Abhängigkeit der Eingabe des Nutzers für die Ausgestaltung von Interaktionsstrategien genutzt werden.

Im Folgeprojekt TaktilesFeedback3DII (TF3DII) sollen für den Einsatz in konkreten Anwendungsfällen, wie der Fahrer-Fahrzeuginteraktion sowie der Mensch-Roboter-Interaktion, Lösungen entwickelt werden. Hierbei werden eine weitere Miniaturisierung, eine Steigerung der Feedbackintensität sowie eine Reduzierung von Störgeräuschen angestrebt. Im ersten Schritt wird dabei das gewonnene Wissen aus dem Vorprojekt genutzt, um die Mechanik und Geometrie des bisherigen Generators an die neuen Anforderungen anzupassen. Als Ergebnis soll eine anwendungsfähige Technologie eines Vortex-Generators für beide Anwendungsfälle entstehen. Zudem soll durch die Integration in zwei



Quelle: TaktilesFeedback3D

Use Cases, zum einen ein Serviceroboter für den Stationsbetrieb zum anderen eine berührungslose Infotainmentsteuerung im Fahrzeug, die Anwendbarkeit nachgewiesen werden. Dabei wird das System auf Gesteneingaben berührungslose taktile Rückmeldungen erzeugen. Hierfür werden für die Anwendungsfälle spezifische Interaktionsstrategien entwickelt, bei denen die Technologie nicht nur für die Systemrückmeldung sondern auch für eine proaktive Informationsvermittlung an den Nutzer Verwendung finden wird.

Quelle: TaktilesFeedback3D

Projektbearbeitung

Professur Arbeitswissenschaft
und Innovationsmanagement,
Technische Universität Chemnitz
Philipp Hein
Prof. Dr. Angelika Bullinger-Hoffmann

LichtPro3D

RÄUMLICH VERTEILTE LICHT-PROJEKTIONEN FÜR SCHNELLE UND ROBUSTE 3D-MESSUNGEN

Linsenarray mit 64 separat ansteuerbaren LEDs, Treibern, Programmiermodul und Microcontroller

Quelle: Ayoub Al-Hamadi

Problembeschreibung

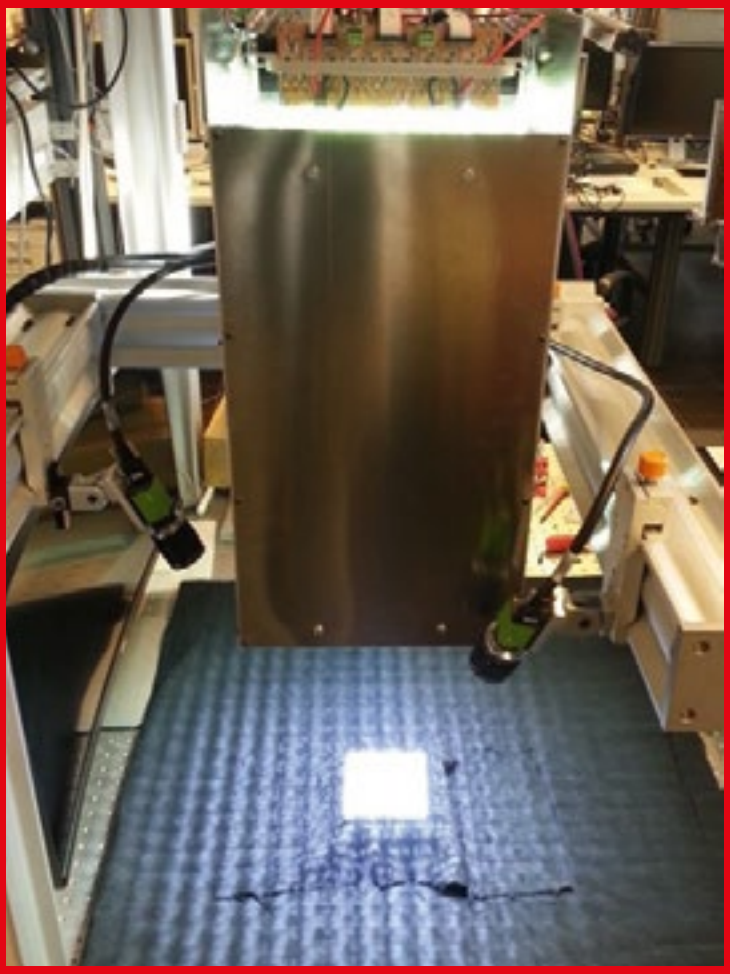
In industriellen Anwendungen stoßen die verwendeten Projektoren bezüglich ihrer maximalen Lichtintensität schnell an ihre Grenzen. Aus der geringen Lichtintensität resultieren verhältnismäßig lange Integrationszeiten zur Bildaufnahme, was zu langen Messzeiten und geringerer Messgenauigkeit führt. Wegen der konstanten Maximalleistung eines Projektors kann auch die maximale Messfläche nur auf Kosten einer geringeren Lichtintensität vergrößert werden. Der gleichzeitige Einsatz mehrerer Projektoren ist im Allgemeinen aus verfahrenstechnischen Gründen nicht möglich und zudem sehr kostenintensiv, so dass eine entsprechende Skalierung der Beleuchtungsstärke nicht praktikabel ist.

Ziel des Vorhabens

Das Vorhaben zielt darauf ab, ein neues aktives 3D-Messverfahren zu entwickeln, das ohne einen auf Zentralprojektion basierenden digitalen Musterprojektor auskommt. Idee des Vorhabens ist es, den zentralen Musterprojektor durch eine Vielzahl einfacher Lichtprojektionen aus verschiedenen Richtungen zu ersetzen. Die einfachen Lichtprojektionen werden dabei in großer Anzahl durch ein LED-Array und ein Linsen-Array erzeugt. Die Zusammensetzung der einzelnen Projektionen ergibt eine spezifische Helligkeitsverteilung im Raum und hinterlässt auf der Messobjektoberfläche ein statistisches Muster, das durch Korrelationsverfahren photogrammetrisch ausgewertet werden kann. Unterschiedliche Muster können ohne zusätzliche mechanische oder optische Bauelemente allein durch das ein- bzw. ausschalten verschiedener LED's in sehr schneller Abfolge erzeugt werden.

Aktueller Stand

Im Rahmen der Hardwareentwicklung wurde ein LED-Feld mit 64 separat ansteuerbaren LEDs auf einer Fläche von 200 x 200 mm konstruiert, das mit Hilfe eines Mikrocontrollers programmiert werden kann (siehe Abbildung oben). Zusätzlich wurden Linsenarrays konstruiert und mit unterschiedlichen Linsen getestet. Zur Verwendung des Linsenarrays wurde eine Rahmenkonstruktion geschaffen, die variablen Abstand zwischen LED-Array und Linsenfeld zulässt. Durch die direkte Projektion der LEDs auf die Messoberfläche entstehen kreisförmige Helligkeitsmuster mit hoher Intensität. Um eine optimale photogrammetrische Auswertung dieser runden Muster zu erzielen wurde als triokulares Bildaufnahmesystem aufgebaut. Da beim angestrebten korrelationsbasierten Berechnungsansatz die Helligkeitsgradienten auf den Epipolarlinien zwischen den einzelnen Kamerapaaren für die Messsicherheit entscheidend sind, sollte die Kombination von drei Kameras in jedem Fall gute Ergeb-



Quelle: Ayoub Al-Hamadi

Messaufbau und Rahmenkonstruktion der Beleuchtung mit montierten Kameras.

nisse liefern. In der Abbildung oben rechts ist der gesamte Versuchsaufbau mit Beleuchtungsmodul und zwei Kameras an einem X95 Profilsystem zu sehen. Die Bildaufnahme der drei Kameras wird über einen Framegrabber synchron gesteuert. Ein Triggersignal ist mit dem Mikrokontroller der Beleuchtung verknüpft, so dass mit jedem neu aufgenommenen Bildtripel ein neues Muster projiziert wird. Das Bildaufnahmesystem wurde mit einem markenbasierten 3D-Kalibrierfeld und Hellbeleuchtung (also ohne Linsenarray) kalibriert.

Projektbearbeitung

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Informations- und Kommunikationstechnik (IIKT)
Fachgebiet Neuro-Informationstechnik (NIT)

Prof. Dr.-Ing. habil. Ayoub Al-Hamadi (Projektleiter)
Dipl.-Inf. Erik Lilienblum

Patente

Erik Lilienblum, Ayoub Al-Hamadi. „Vorrichtung und Verfahren zur optischen Vermessung von dreidimensionalen Oberflächen", Patent: DE102016119819B3.

Publikation

Lilienblum, Erik und Al-Hamadi. „Pattern Optimization for 3d Surface Reconstruction With an Active Line Scan Camera System", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), October 7-10 2018, S. 3159-3163.

UVLAS

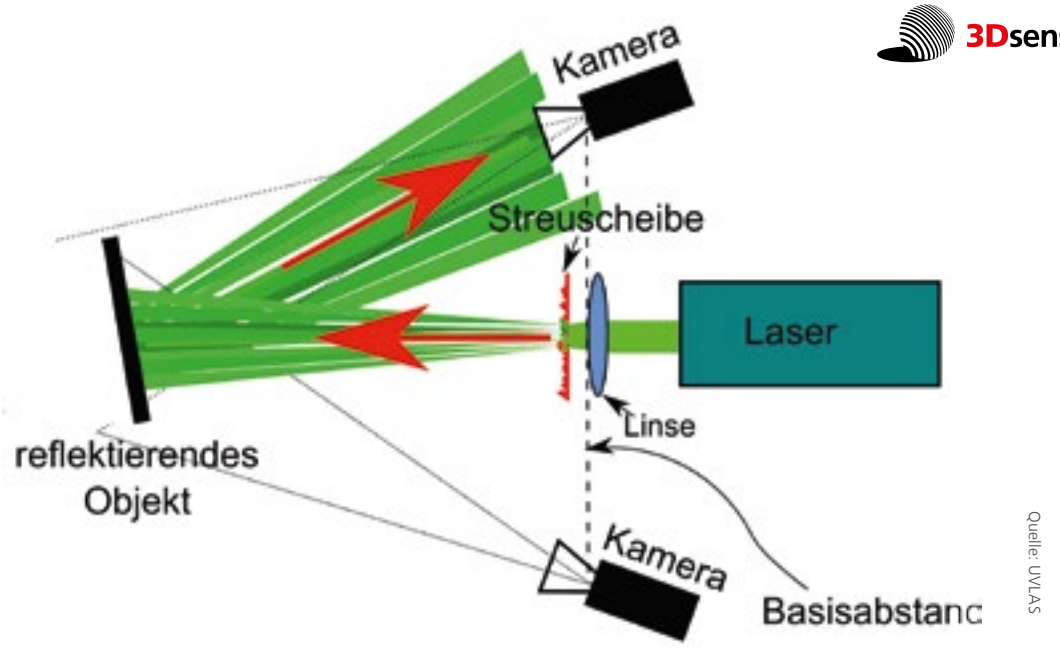
LASERBASIERTE STEREOPHOTOGRAMMETRIE ZUR VERMESSUNG IM UV-BEREICH

Problembeschreibung

Die 3D-Vermessung mittels Stereophotogrammetrie bedient bereits viele Anwendungsfelder z.B. in der Medizin, der Industrie und der Archivierung kunsthistorischer Objekte. Allerdings sind spiegelnde Oberflächen, beispielsweise solche von aus Edelstahl hergestellten Objekten, stereophotogrammetrisch bisher nicht erfass- und vermessbar. Die Reflexion des zur Beleuchtung verwendeten Lichtes führt zu erheblich verschiedenen Intensitäten in den Bildern der verwendeten Kameras (siehe Abbildung rechts). Die Rekonstruktion einer im Sichtbaren spiegelnden Oberfläche ist dadurch im Allgemeinen nicht möglich, da sie auf der Vergleichbarkeit dieser Intensitätswerte fußt. Ultraviolettes (UV) Licht wird jedoch von verschiedenen Materialien (z. B. Edelstahl, Aluminium, Kupfer) gestreut, die im sichtbaren Bereich (VIS) reflektieren.

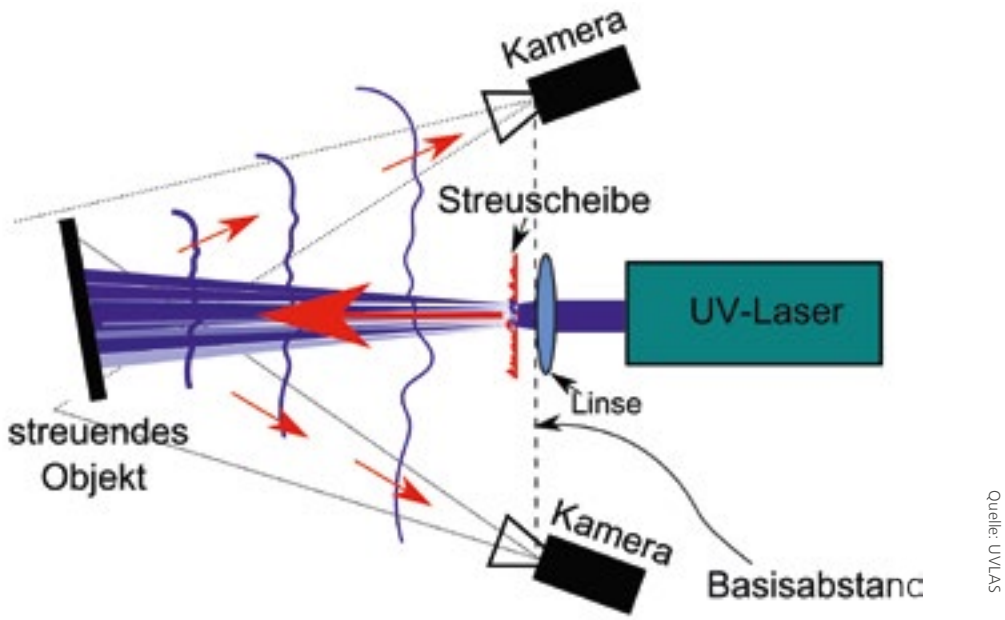
Ziel des Projektes

Die bereits bekannte Technik der Speckle-Projektion soll zum Zweck der Objektvermessung in den ultravioletten Bereich übertragen werden. Hierzu soll ein Messaufbau konzipiert und erstellt und an diesem getestet werden, ob eine Speckle-Beleuchtung im UV-Spektralbereich für die 3D-Rekonstruktion von im VIS spiegelnden Flächen verwendet werden kann (siehe Abbildung rechts). Zu beachten ist dabei die Wahl der Wellenlänge im ultravioletten Spektrum und die Verfügbarkeit passender Beleuchtungsquellen. Es ist davon auszugehen, dass die Streuung des UV-Lichtes an beispielsweise Edelstahl mit kleiner werdender Wellenlänge zunimmt. Für die Erzeugung von Speckles wird allerdings kohärentes Licht benötigt, sodass die Auswahl möglicher Lichtquellen stark limitiert ist. Das Ziel dieses im November 2018 gestarteten Projektes ist u.a. die Erstellung eines Konzepts zur Kamerakalibrierung im UV-Bereich und der prinzipielle Nachweis der Funktionsfähigkeit des Systems.



Quelle: UVLAS

Stereophotogrammetrischer Aufbau zur Speckle-Projektion im visuellen Spektrum (VIS) bei der Messung einer in diesem Wellenlängenbereich spiegelnden Oberfläche



Quelle: UVLAS

Stereophotogrammetrischer Aufbau zur Speckle-Projektion im ultravioletten Spektrum (UV) bei der Messung einer in diesem Wellenlängenbereich streuenden Oberfläche

Beteiligte Partner

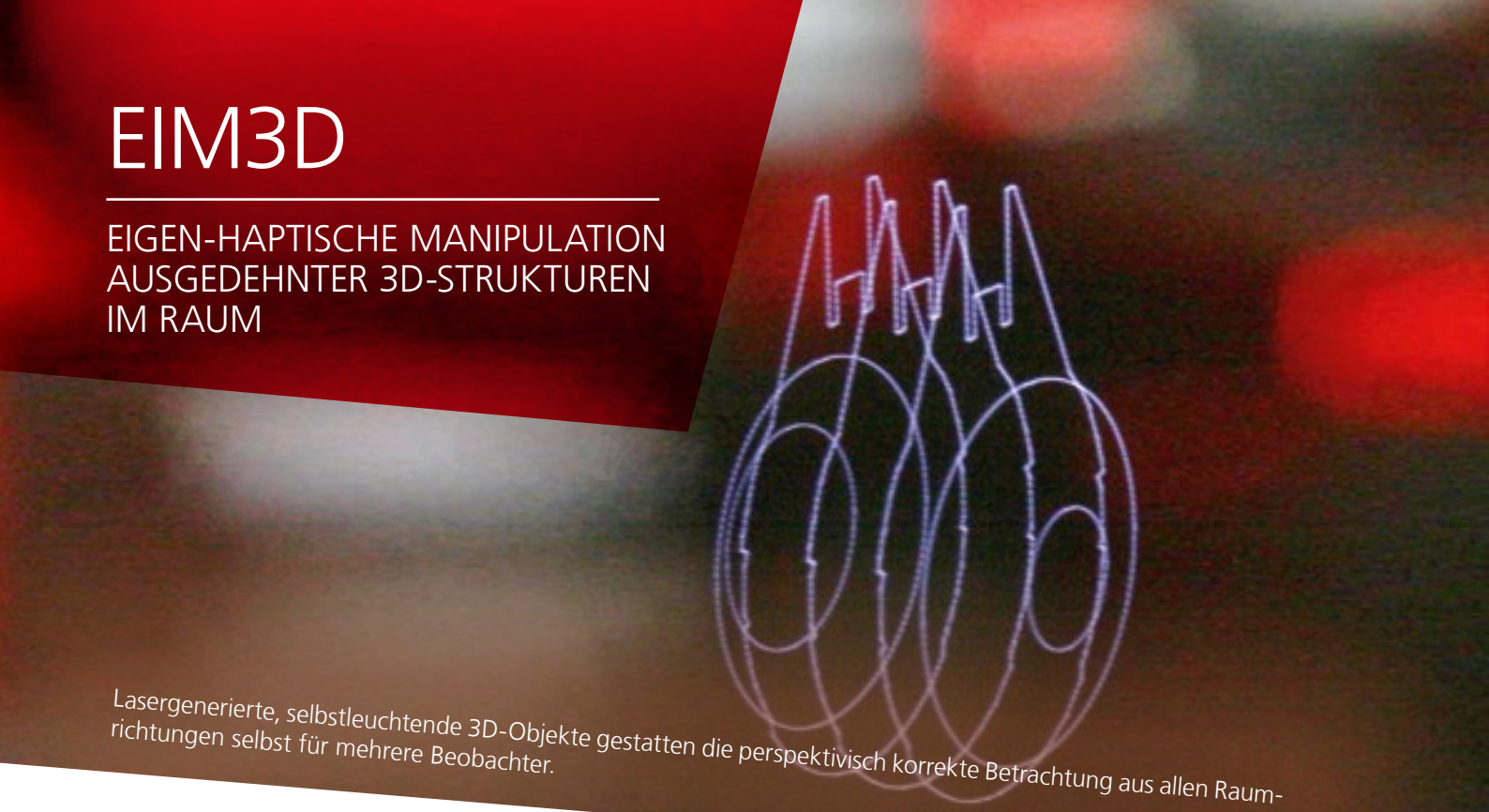
Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Institut für Angewandte Optik und Biophysik
Prof. Dr. Richard Kowarschik (Projektleiter)
M.Sc. Eugene Wong
M. Sc. Andreas Stark

Fraunhofer Institut für Angewandte
Optik und Feinmechanik

Mahr GmbH

EIM3D

EIGEN-HAPTISCHE MANIPULATION AUSGEDEHNTER 3D-STRUKTUREN IM RAUM



Lasergenerierte, selbstleuchtende 3D-Objekte gestatten die perspektivisch korrekte Betrachtung aus allen Raumrichtungen selbst für mehrere Beobachter.

Quelle: FSU IAP

Problembeschreibung

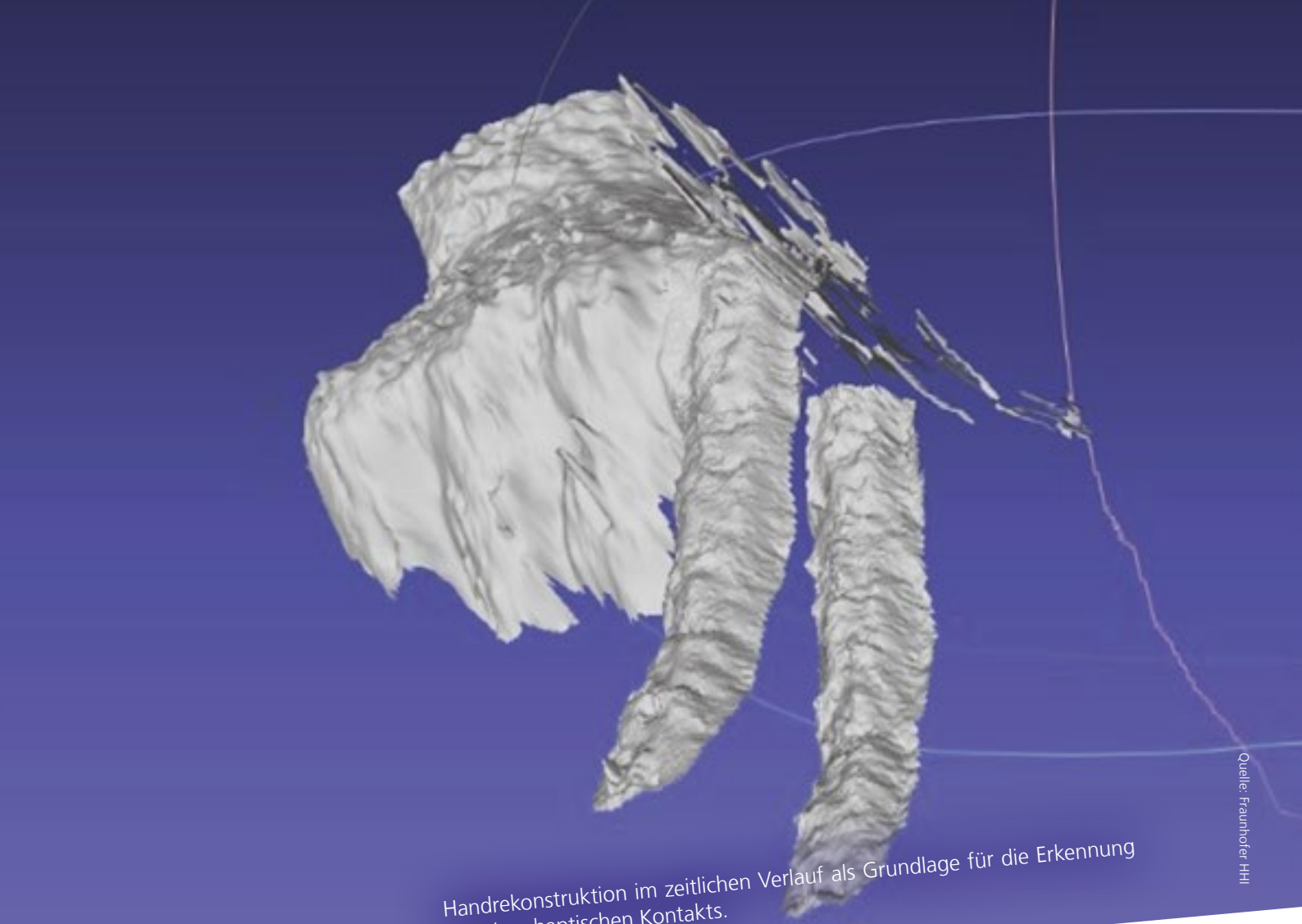
Die Darstellung dreidimensional ausgedehnter Objekte sowie die intuitive und feinfühlige Interaktion mit solchen Strukturen stellt einen wesentlichen Grundstein für den Arbeitsplatz der Zukunft dar – von der Modellentwicklung der Architektur bis zu computer-assistierten chirurgischen Eingriffen. Dabei stellen sowohl die Darstellung räumlich ausgedehnter Objekte im freien Raum als auch deren benutzerfreundliche und intuitive Manipulation bisherige Technologien vor große Herausforderungen. Zahlreiche Installationen zeigen den Einsatz von Gestenkommandos für einfache Interaktionsaufgaben, scheitern jedoch bei der Genauigkeit und Zuverlässigkeit erfordernden Aufgaben der Arbeitswelt.

Ziel des Vorhabens

In diesem Projekt soll ein System entwickelt werden, welches die Erzeugung selbstleuchtender 3D-Strukturen im freien Raum mit der Möglichkeit zur berührungslosen Interaktion verbindet. Die 3D-Strukturen werden mittels ultrakurzer Laserpulse generiert, die die Luft im Laserfokus zum Leuchten anregen. Ein wesentlicher Punkt ist die Erweiterung um eine feinstufige Interaktion. Die „Eigenhaptik“ soll die berührungslose Interaktion mit haptischem Feedback verbinden.

Aktueller Stand

Ultrakurze Laserpulse (~200 fs) mit einer Pulsenergie von ~1 mJ werden fokussiert. Die hohe Lichtintensität im Laserfokus führt zu einem Plasma, und die Luft wird zum Leuchten angeregt. Ein schneller Laserscanner bewegt den Fokus, um ausdehnte Strukturen in einem cm-großen Volumen zu erzeugen (Abbildung oben).



Handrekonstruktion im zeitlichen Verlauf als Grundlage für die Erkennung des eigenhaptischen Kontakts.

Quelle: Fraunhofer HHI

Beteiligte Partner

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Institut für Angewandte Physik
Abbe Center of Photonics,

Prof. Dr. Stefan Nolte
Dr. Roland Ackermann
Dr. Robert Kammel

Fraunhofer Heinrich Hertz Institut
Vision & Imaging Technologies

D. Przewozny

Publikationen

"Visualization of 3D objects in free space using ultrafast laser", R. Kammel, R. Ackermann, S. Nolte, ID - Mid European Chapter Spring Meeting 2018, Jena, Germany, April 2018

1 Moment

INTERAKTIVE HYGIENESTATION

Quelle: EXIST 1Moment Team

Problembeschreibung

Die Verschleppung von Infektionserregern in öffentlichen Einrichtungen (z.B. Krankenhäusern) stellt ein zunehmendes Sicherheitsproblem dar und führt zu enormen gesamtwirtschaftlichen Kosten. Die effektivste Präventionsmaßnahme – eine einfache Händedesinfektion – wird trotz der örtlichen Bemühungen vor allem von Besuchern oft nicht genutzt und bleibt so weitestgehend unwirksam. Die bestehenden technischen Systeme sind unzureichend, da sie die Notwendigkeit einer Desinfektion dem ungeschulten Besucher nicht genügen kommunizieren und daher meist einfach übergangen werden.

Experimentelle, kamera-gestützte Lösungsansätze zur Erfassung und Interaktion mit den betreffenden Personen offenbaren in diesem Einsatzumfeld hingegen einige Probleme hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit. So stellen die vorher unbekannten, stark heterogenen Umgebungsbedingungen mit einer Vielzahl an Besuchern, wechselnden bzw. sehr hellen/dunklen Lichtverhältnissen, Reflexionen, Schattenwürfen und Änderungen im Bildhintergrund eine große Herausforderung für die Erkennung von Menschen dar. Zudem kann die Systemreaktion (z.B. Beleuchtung der Umgebung) das Erkennungssystem negativ beeinflussen und zu einer ungünstigen regelungs-technischen Rückkopplung führen.

Ziel des Vorhabens

Das Vorhaben verfolgt zwei wesentliche Ziele. Einerseits soll ein Demonstrator zur Händedesinfektion mit einem besseren und modernen Kommunikations-Design entwickelt werden. Ziel ist es, Personen mit Hilfe einer Kamera zu detektieren und mit diesen abstandsabhängig visuell zu kommunizieren. So soll eine natürliche und ungezwungene Mensch-Maschine-Interaktion und eine deutliche Verbesserung im Hygieneverhalten erreicht werden.

Hierfür wurden bisher ein Kommunikationskonzept entworfen, welches verschiedene Muster von Lichtsignalen zur visuellen Rückmeldung verwendet. Um das Vorhaben technisch möglichst einfach zu halten, wurden weiterhin die relevanten verfügbaren Hardware-Standardkomponenten evaluiert und ausgewählt.

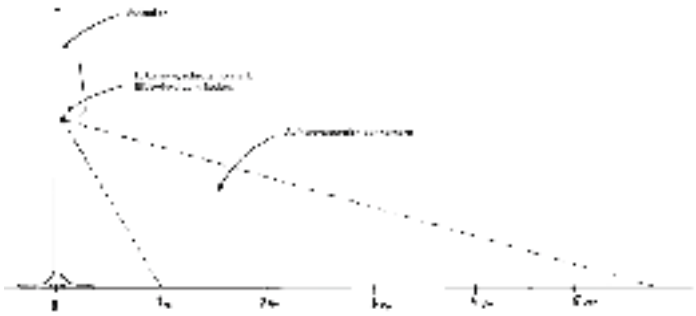
Das zweite Arbeitsziel konzentriert sich auf Probleme der Personenerkennung unter heterogenen und schwierigen Einsatzbedingungen. Hierbei soll insbesondere die Detektion bei schlechten Lichtverhältnissen und der Aspekt der Systemrückkopplung verbessert bzw. gelöst werden. Da Qualität bzw. die Messergebnisse des Erkennungssystems direkt für den Anwender erkennbar sind (aufgrund der abstandsabhängigen Reaktion), wird eine hohe Stabilität und Zuverlässigkeit angestrebt.

Schematische Darstellung des Kommunikations-Konzeptes. Der Demonstrator reagiert mit abstandsabhängigem Lichtmuster auf sich näherende Personen. Dies soll Aufmerksamkeit erregen, Interaktion ermöglichen und m.H. einer intuitiv zu verstehenden Ampelfunktion das Verhalten positiv beeinflussen.

Quelle: EXIST 1Moment Team

Projektbearbeitung

Bauhaus-Universität Weimar
Lehrstuhl für visuelle Kommunikation
Dr. Christian Sohr



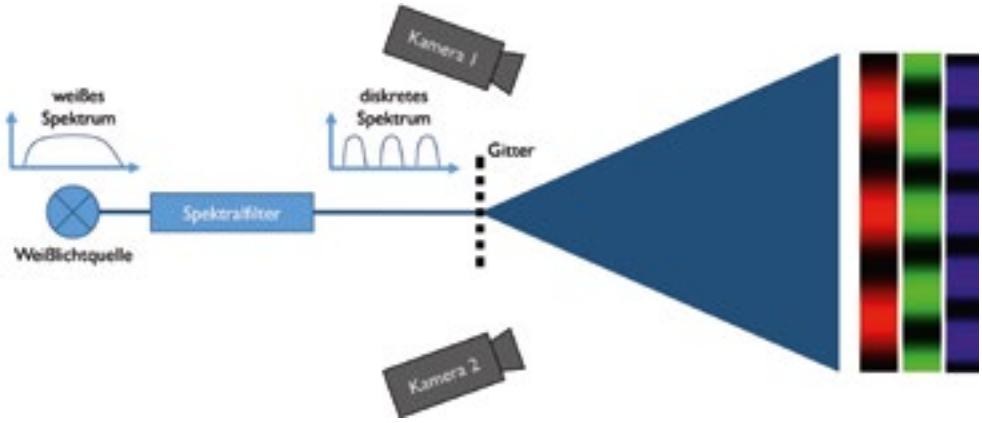
Quelle: EXIST 1Moment Team

Exemplarische schematische Darstellung des Demonstrators und des von der Kamera primär überwachten Bereiches

Rainbow3D

AKTIVES SINGLE-SHOT-3D DURCH SPEKTRALMULTIPLEXING

Konzept eines Projektors zur spektral unabhängigen Musterprojektion mit subtraktivem Synthesekonzept. Die Farben repräsentieren unterschiedliche Spektralbereiche, müssen aber nicht notwendigerweise rot, grün oder blau sein, sondern können beispielsweise unterschiedliche Teile des nahinfraroten Spektrums sein.



Quelle: Fraunhofer IOF

Problembeschreibung

Mimik oder Gestik sind ein essenzieller Bestandteil menschlicher Kommunikation und menschlichen Handelns. Um die gesamte Bandbreite menschlicher Interaktion technisch nutzbar zu machen, müssen diese Bewegungen in drei Raumdimensionen schnell, umfänglich und kosteneffizient erfasst werden. Sowohl in Raum und Zeit müssen dabei mehrere Größenordnungen abgedeckt werden. Mikroexpressio-nen gehen mit Gewebeverschiebungen im Bereich von Millimetern einher, ausgreifende Bewegungen erreichen Verschiebungen im Bereich von Metern. Schnelle Bewegungen, beispielsweise der Augen und Augenlider, dauern kaum mehr als 15 Millisekunden an, komplexe Bewegungsabläufe, Gestiken und Mimikabfolgen können viele Sekunden beanspruchen.

Technische Systeme, welche die raum-zeitliche Gesamtheit menschlicher Expressionen detektieren sollen, müssen daher texturarme Oberflächen (z. B. Haut) mit hoher räumlicher Genauigkeit, zeitlicher Auflösung (~60 3D-Frames pro Sekunde) sowie mit beliebig langer Bildfolgendauer erfassen können. Die Vision von 3Dsensation kann jedoch nur umgesetzt werden, wenn eine wirkliche Durchdringung der Lebens- und Arbeitswelten von Nutzern möglich ist. Dazu müssen 3D-Kameras für die Mensch-Maschine-Interaktion zudem kostengünstig darstellbar sein.

Ziel des Vorhabens

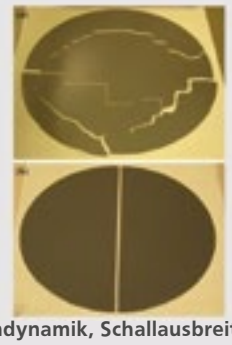
Im Rahmen des Vorhabens soll eine technologische Lösung entwickelt werden, die erstmals geeignet ist, alle genannten Herausforderungen gleichzeitig zu bewältigen. Dazu wird ein neuartiges Spektralmultiplexing-Verfahren in der aktiven Musterprojektion untersucht und demonstriert. 3D-Informationen werden dabei nicht mehr aus einer zeitlich gestaffelten Serie unabhängiger Muster rekonstruiert, sondern aus einer spektral überlagerten Mustermenge, welche in einem einzelnen Kamerabild aufgezeichnet werden kann.

Dazu soll das Spektrum einer Weißlichtquelle durch den Einsatz von Filtern so manipuliert werden, dass Spektralbereiche übrigbleiben, die auf Detektoren abgestimmt sind, die mit einem aus mehr als 10 Kanälen bestehenden Infrarot-Hyperspektralarray versehen sind. Die Mustererzeugung kann dann mittels eines einfachen diffraktiven Elements wie einem simplen Beugungsgitter erfolgen. Durch diesen technischen Ansatz werden die zeitlichen Eigenschaften des 3D-Bildes von den Eigenschaften der Kamera entkoppelt und an die Eigenschaften der musterprojizierenden Lichtquelle geknüpft. Für den Fall, dass die Lichtquelle ein zeitlich konstantes Beleuchtungsmuster projiziert, kann aus jedem 2D-Bild eine 3D-Punktwolke rekonstruiert werden, sodass hohe 3D-Bildraten erreicht werden können. Gleichzeitig müssen deutlich weniger Daten aus-

Mimik, Gestik, Bewegung
< 20 ms pro 3D-Frame

Qualitätskontrolle
< 1 ms pro 3D-Frame

dynamische Biegeprozesse
< 1.000 µs pro 3D-Frame



Quelle: Fraunhofer IOF

Bruchdynamik, Schallausbreitung
< 1 µs pro 3D-Frame

Kostenreduktion

Neuer Zugang

3Dsensation

LEISTUNGSZENTRUM PHOTONIK

Exzellenz, öffentl. Aufmerksamkeit

Anwendungsbereiche, Wertversprechen und Verwertungskanäle des Vorhabens.

gewertet werden, sodass die Anforderungen an Latenzzeiten, Datenbus sowie Speicher- und Rechenkapazität nachgeschalteter Systeme reduziert sind. Der Verzicht auf Hochgeschwindigkeitskameras senkt zudem die Kosten entsprechender 3D-Sensoren signifikant.

Die Entkopplung der zeitlichen Eigenschaften erlaubt darüber hinaus die Nutzung gepulster, ultrakurzzeitiger Beleuchtungsmuster. Damit sind Belichtungszeiten im Bereich von wenigen hundert Femtosekunden erreichbar. Mit dem Ansatz des Vorhabens ist daher zu erwarten, dass das bisherige Limit für die Messzeit von Musterprojektionssystemen um mehrere Größenordnungen unterboten werden kann und so schnellste 3D-Prozesse in Natur und Technik studiert werden können. Dazu gehören z. B. Fragestellungen des strukturellen Versagens hart-spröder Materialien, der Plasmadynamik, der Dynamik mechanischer Schockwellen, der Ausbreitung von Ultraschallwellen oder der direkten Analyse von Phononenspektren exotischer Festkörpergeometrien.

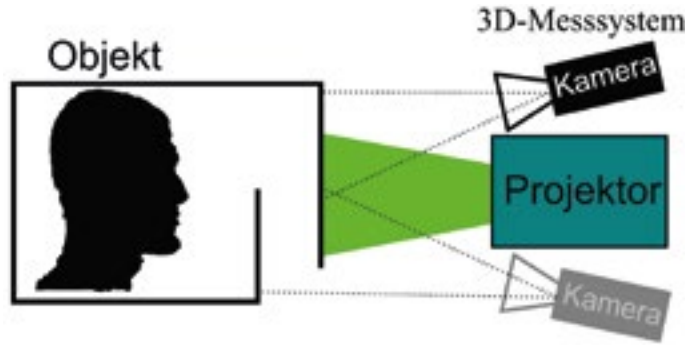
Beteiligte Partner

Fraunhofer IOF

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Institut für Angewandte Physik

EndoS3D

ENDOSKOPISCHE, SPECKLE-BASIERTE 3D-VERMESSUNG



Quelle: EndoS3D

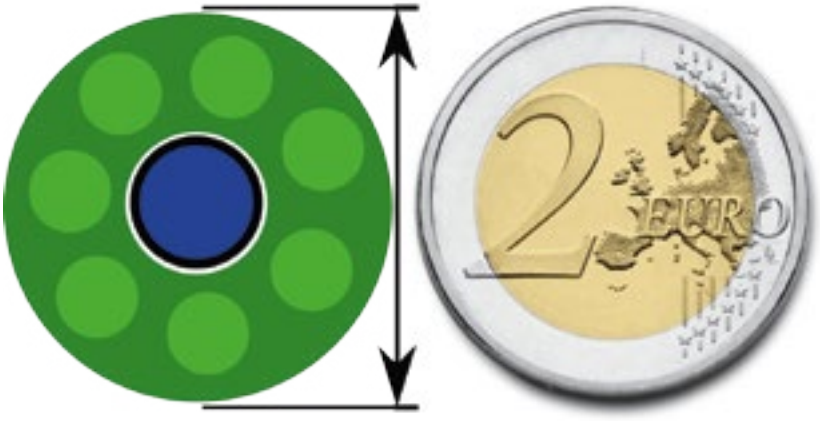
3D-Messsystem mit einer oder zwei Kameras, das keinen unverstellten Blick auf ein Messobjekt ermöglicht, weil seine Baugröße dies nicht zulässt

Problembeschreibung

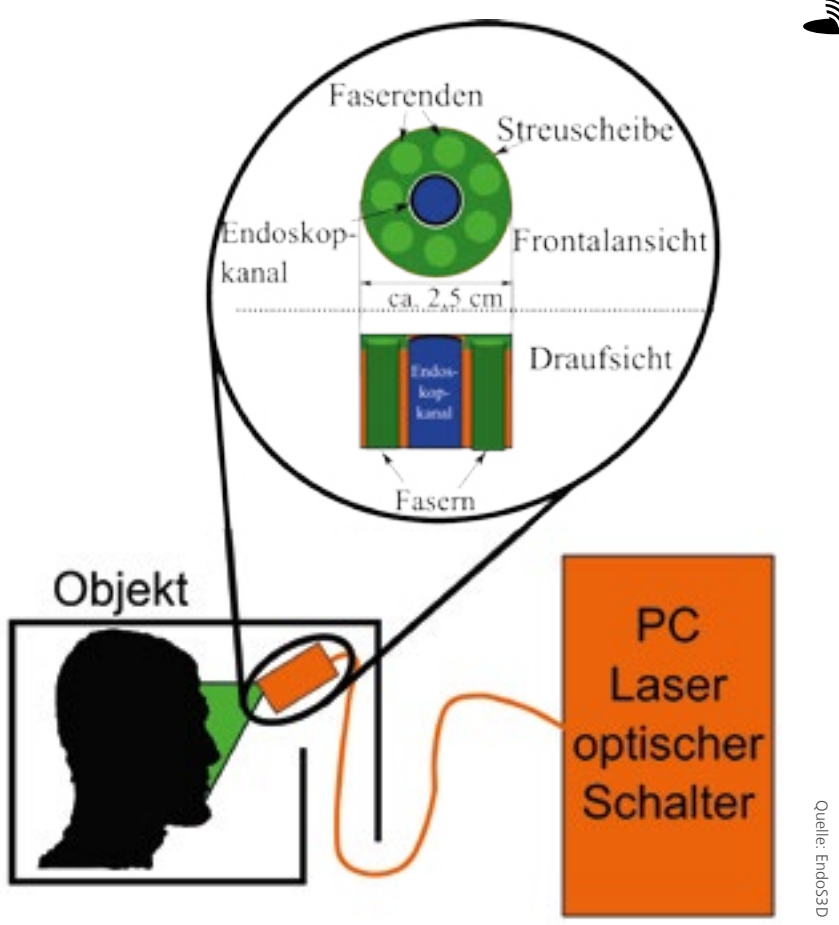
Die Erfassung von 3D-Informationen wird bereits in vielen Anwendungsfeldern wie z.B. der Medizin, der Industrie und der Archivierung kunsthistorischer Objekte täglich praktiziert. Eine wesentliche Voraussetzung für beinahe alle Verfahren ist dabei, dass das Objekt unverstellt beleuchtet und beobachtet werden kann. Allerdings sind die zu untersuchenden Messvolumina oftmals schwer zugänglich, und so müssen unter Umständen große Anstrengungen unternommen werden, um trotzdem einen messtechnischen Zugang zu ihnen zu ermöglichen. Dabei ist oft auch die Baugröße der meisten Messsysteme ein wesentlich limitierender Faktor (siehe oben).

Ziel des Vorhabens

Die bereits bekannte Technik der mehrfachen Projektion Speckle-Muster soll zum Zweck der Objektvermessung miniaturisiert ausgeführt werden und zusammen mit einer von beiden Projektpartnern erstellten Kalibrierungsmethode verbunden werden. So soll ein Messkopf mit einem Durchmesser von etwa 2,5 cm entstehen (siehe unten), der die 3D-Erfassung von Oberflächen mit nur einer Kamera auch an schwer zugänglichen Orten ermöglicht.



Prinzipieller Aufbau des Messkopfes im Querschnitt links, verglichen mit einer 2€ Münze (Durchmesser 2,5 cm)



Quelle: EndoS3D

Skizze des geplanten Messaufbaus für das Projekt EndoS3D, bei dem eine Miniatur-/Endoskopkamera mit einer Beleuchtungseinheit aus Glasfasern und einer Streuscheibe kombiniert wird

Dabei ist zu beachten, dass die Aufnahmen mit einer geeigneten Miniaturkamera wahrscheinlich stark verzeichnet sein werden und dass beim Aufbau des Systems auf eine stabile Kombination eben dieses Kamerasystems mit den Beleuchtungseinheiten geachtet werden muss.

Beteiligte Partner

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Angewandte Optik und Biophysik
Prof. Dr. Richard Kowarschik (Projektleiter)
M.Sc. Eugene Wong
M. Sc. Andreas Stark

Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik

3DImHapt

3D IMAGE TO HAPTIC DEVICE

Quelle: getty images / Lizenzfrei

Problembeschreibung

Fünfundsechzig Prozent aller Unfälle mit Gabelstaplern sind Zusammenstöße mit Hindernissen oder Personen[1]. Immer wieder passieren schwere Unfälle durch vermeintlich vermeidbare Unachtsamkeit – z.B. bei rückwärtsfahrendem Stapler vs. rückwärts gewandtem Lagerarbeiter. Diese Unfälle bedeuten Arbeitsausfälle und finanzielle Belastungen, leider jedoch auch sehr häufig langwierige Leidenswege der Betroffenen.

Aufmerksamkeitsdefizite sind nie ganz zu vermeiden. Klassische Systeme, z.B. Signaltöne, werden von Mitarbeitern in komplexen oder lärmbelasteten Umgebungen aufgrund von Reizüberflutungen überhört, optische Signale werden übersehen. Eine natürliche Kommunikation zwischen Menschen kann jedoch vielschichtiger stattfinden, als in diesen beiden Ebenen. Wenngleich die Aufnahme von Bildinformationen i.d.R. für den Menschen der maßgebliche Informationskanal ist und sich andere Sinne dem unterordnen, sind diese nicht minder wichtig. So werden haptische Reize deutlich stärker als Alarmimpulse wahrgenommen, als visuelle oder akustische.

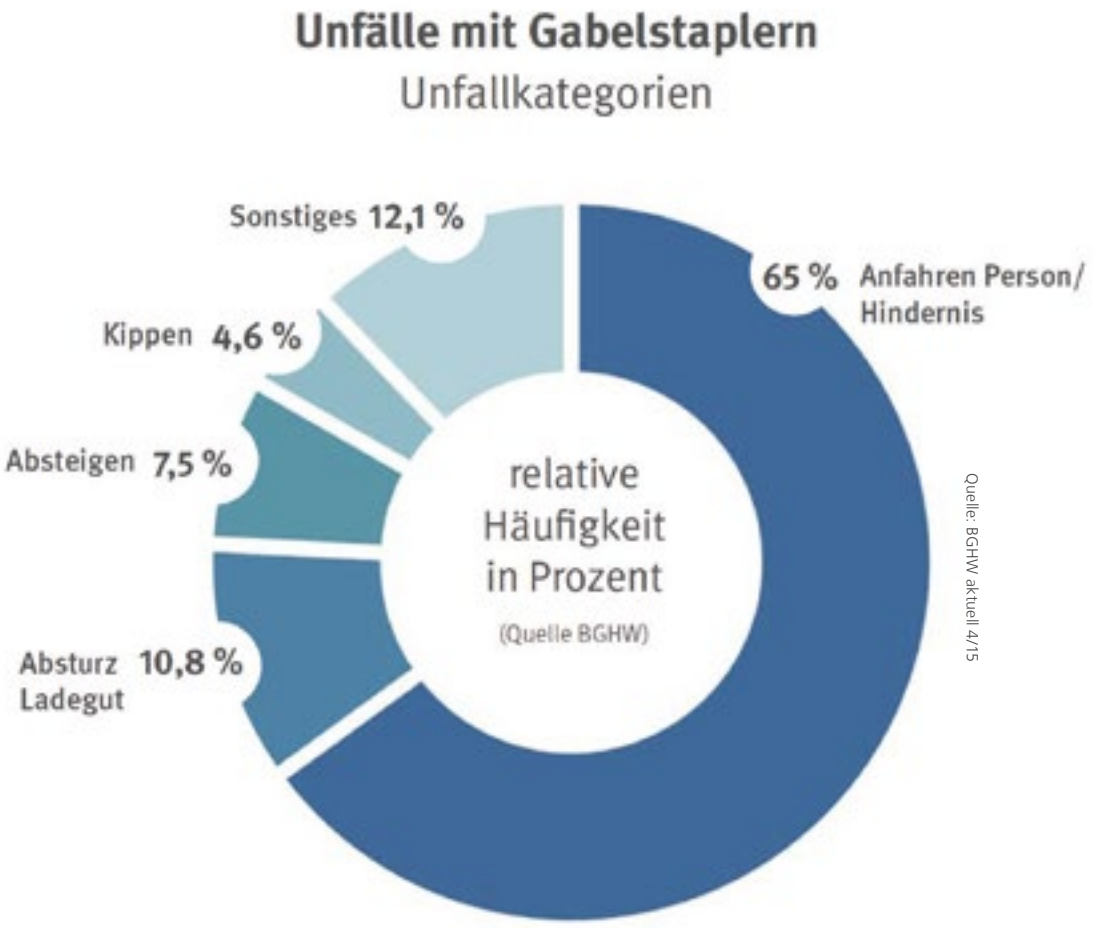
Ziel des Vorhabens

Das Vorhaben wird Ergebnisse der Allianz aufgreifen und als zentralen Ansatzpunkt 3D-Technologien mit räumlichen haptischen Sinneswahrnehmungen kombinieren um Gefahrensituationen effektiv zu vermeiden. In der Umsetzung soll das System

- die Umgebung aufnehmen und Objekte separieren
- mögliche Trajektorien der Objekte analysieren
- sie in „gefährlich“ / „ungefährlich“ kategorisieren
- relevanten Personen durch haptisches Feedback intensiv warnen
- in Ausbaustufen zusätzlich Gefährdungsintensitäten oder Richtungsinformationen signalisieren können

Hierdurch kann unter anderem ein System für den Bereich Intralogistik aufgebaut werden, bei welchem der Arbeiter durch das Tragen von Wearables vor Gefahren auf einfache, sichere und menschorientierte Weise gewarnt wird. Um tatsächlich reale Einflüsse einschätzen und das Anwendungspotential aber auch die Vernetzung innerhalb der Allianz zu erhöhen, wurde ein assoziierter Projektbeirat gegründet. Das Projekt wurde am 1. März 2019 gestartet.

[1] BGHW aktuell 4/15



Zusammenstöße mit Personen und Hindernissen umfassen 65% aller Unfälle mit Gabelstaplern

Beteiligte Partner

AUDI AG
Fr. Dipl.-Ing. Helena Vollert (Koordinator)
Dr. Vincent Rudtsch

ATB Arbeit, Technik u. Bildung GmbH
Prof. Michael Uhlmann

Becker Umweltdienste GmbH
Fr. Beate Peuckert

FusionSystems GmbH
Ellen Forke M.A.

iFD AG
Dr. Michael Kämpf

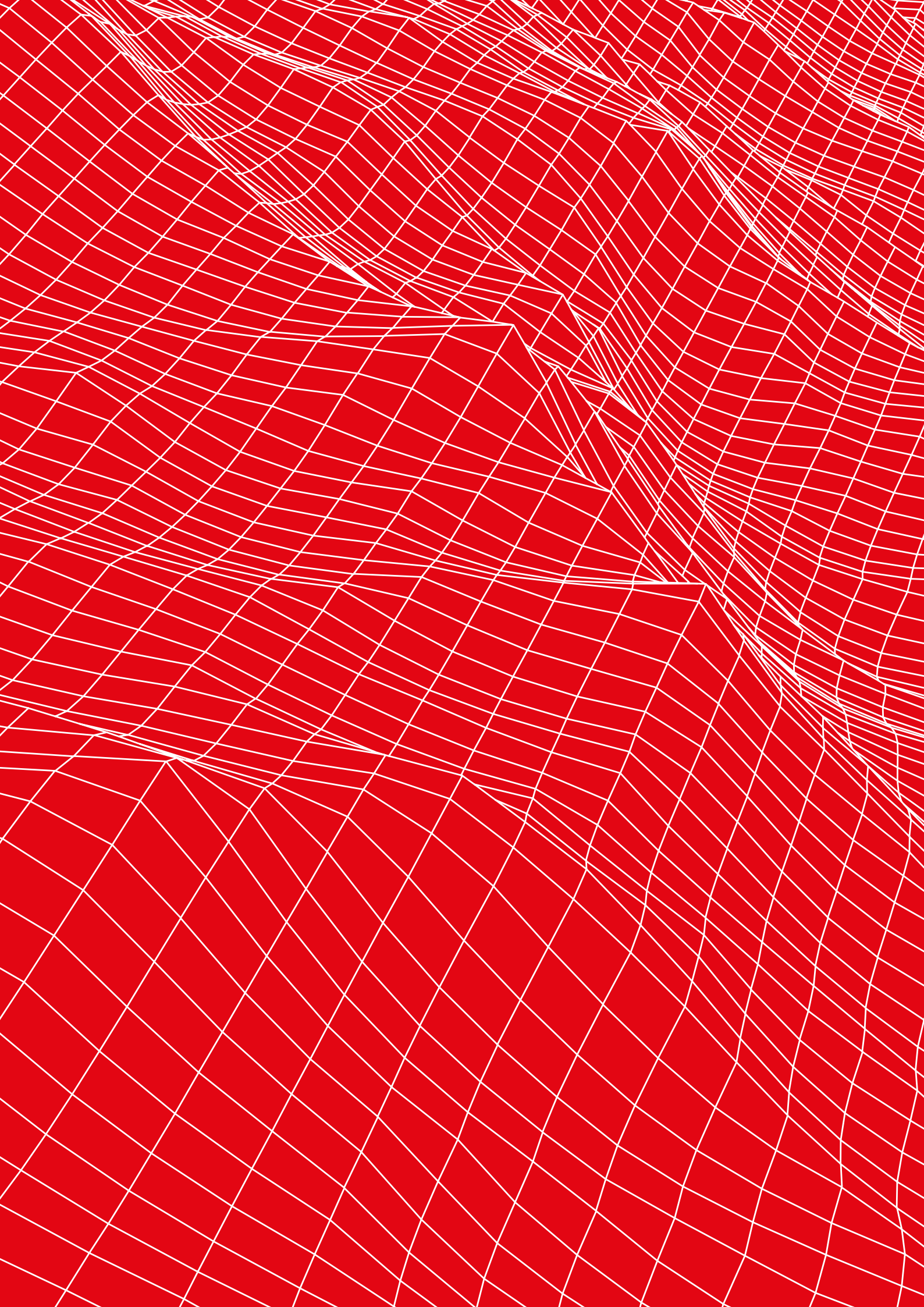
INB vision AG
Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt

Intenta GmbH
Dipl.-Ing. Jan Schloßhauer

IMM electronics GmbH
Dipl.-Ing. Kai-Uwe Kaden

Sander Fördertechnik GmbH
Dipl.-Ing. Stephan Gottschalk

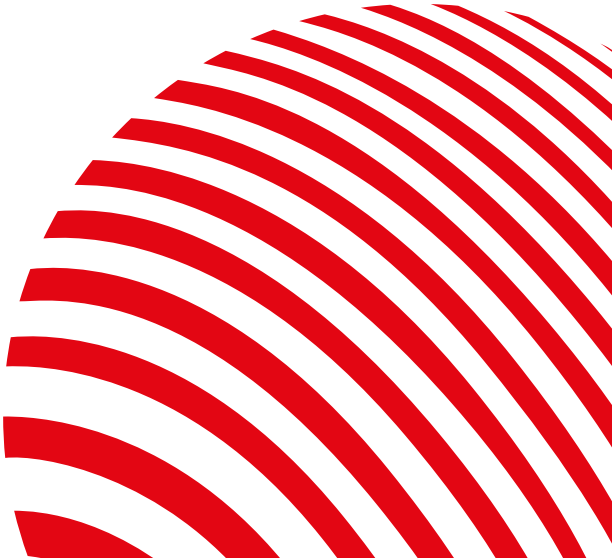
3dvisionlabs GmbH
Dr.-Ing. Michel Findeisen



QUALIFIZIERUNG UND NACHWUCHSFÖRDERUNG / WEITERFÖRDERUNG

QUALIFIZIERUNG UND
NACHWUCHSFÖRDERUNG /
WEITERFÖRDERUNG

Graduiertenforschungskolleg



3D-FastFeedback

METHODEN ZUR ULTRASCHNELLEN DETEKTION UND MANIPULATION VON ULTRAKURZEN LICHTPULSEN

Laserinduzierte Plasmaerzeugung in Luft

Quelle: 3D-FastFeedback

Problembeschreibung

Ein zentrales Problem bei der Mensch-Maschine-Interaktion stellen, die stark eingeschränkten Fähigkeiten von heutigen Maschinen zur Szenenerkennung dar. Zur Kompensation müssen optische Messverfahren verwendet werden, die es Maschinen erlauben, ihre Umgebung möglichst umfassend zur späteren Analyse zu erfassen. Dies steht im Gegensatz zur Wahrnehmung von Menschen, die durch Fokussierung auf Entscheidendes bereits mit weit weniger Informationen eine Situation erfassen können. Zu diesem Themenkomplex hat das Vorgängerprojekt 3D-FastDetect einen entscheidenden Beitrag geleistet, indem es Maschinen ermöglicht, Lichtfelder raumzeitlich zu vermessen.

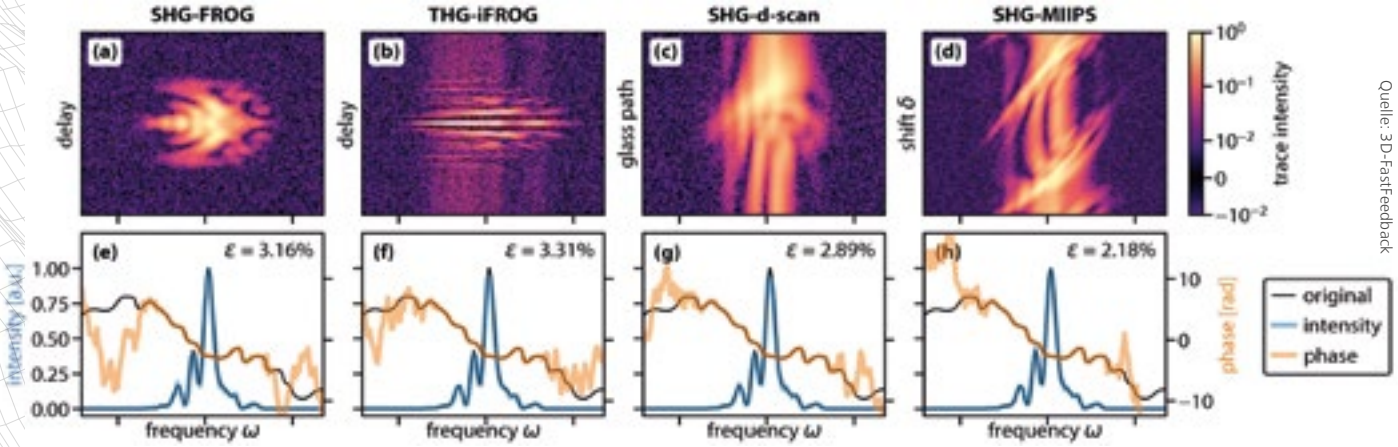
In 3D-FastFeedback sollen nun die so gewonnenen zusätzlichen Informationen über den zeitlichen Verlauf von Lichtpulsen methodenunabhängig erfasst werden, um in einem nächsten Schritt eine gezielt Umgebungsinteraktion über einen großen Parameterbereich herzustellen.

Ziel des Vorhabens

Hier sollen neue Möglichkeiten zur 3D-Visualisierung und 3D-Materialbearbeitung entwickelt und bestehende verbessert werden. Methoden zur ultraschnellen, raumzeitlichen Erfassung dreidimensionaler Lichtfelder sollen konsequent mit einem System zur raumzeitlichen Formung von Lichtfeldern kombiniert werden. Ziel ist es, ein Feedback-System zu entwickeln, in dem die Erfassung und Formung von Lichtpulsen vereint wird, um 3D-Visualisierung und 3D-Materialbearbeitung auf einem neuen Level zu ermöglichen.

Zentral ist dabei ein System zur Formung von Lichtpulsen, das an ein Messsystem rückgekoppelt ist und so ein Feedback-System bildet. Dieses System ist in der Lage, die zeitlichen und räumlichen Eigenschaften von Pulsen in einem Regelkreis zu verändern und so die nichtlineare Interaktion des Pulses mit der Umgebung zu beeinflussen. Speziell die Fokuseigenschaften, die sehr empfindlich gegenüber der Pulsform sind, können so definiert verändert werden. Dieses Feedback-System soll eingesetzt werden, um in der 3D-Visualisierung mit hochintensiven Lichtpulsen Erscheinung und Intensität des Lichtdurchbruchs zu verändern.

Darüber hinaus konnte in diesem Projekt ein verallgemeinerter Algorithmus abgeleitet und implementiert werden, der es erstmalig erlaubt, Daten aus verschiedenen Verfahren zu behandeln und zu vergleichen. Das Verfahren wurde veröffentlicht und als Angebot an die Community im Sinne einer offenen Software publiziert.



Quelle: 3D-FastFeedback

Rekonstruktion der zeitlichen Form von Femtosekundenpulsen aus verschiedenen synthetischen Messdatensätzen mit einem im Projekt entwickelten Algorithmus (aus Geib et al., 2019).

Beteiligte Partner

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Institut für Angewandte Physik
Abbe Center of Photonics

Prof. Dr. Thomas Pertsch (Projektleiter)
Nils Geib (geb. Becker)
Dr. Falk Eilenberger

Fraunhofer-Institut für Angewandte
Optik und Feinmechanik IOF

Prof. Dr. Andreas Tünnermann

Publikationen

Nils C. Geib, Matthias Zilk, Thomas Pertsch, and Falk Eilenberger, "Common pulse retrieval algorithm: a fast and universal method to retrieve ultrashort pulses," Optica 6, 495-505 (2019)

Python for ultrashort laser pulse retrieval, https://github.com/ncgeib/pypret

3DGIM 2

3D GESICHTSANALYSE FÜR IDENTIFIKATION UND MENSCH MASCHINE KOMMUNIKATION

Problembeschreibung

Eine genaue Erfassung und Analyse des menschlichen Gesichts liefert wertvolle Informationen und Hinweise über die Identität einer Person, ihre Absichten, Reaktionen oder Emotionen. Um diese Informationen nutzen zu können bedarf es einer genauen Analyse und Repräsentation der 3D Form und Bewegung des menschlichen Gesichts. Obwohl es in den letzten Jahren deutliche Fortschritte in der 3D Gesichtserfassung gab, gelten Gesichtsbereiche mit komplexen Materialeigenschaften oder das Deformationsverhalten von Gesichtern als schwierig zu erfassen (z.B. Augen, Mund). Da aber vor allem Bereiche wie Mund oder Augen besonders wertvolle Informationen liefern bzw. bei Unstimmigkeiten in der Synthese große Aufmerksamkeit auf sich ziehen, zielt dieses Projekt darauf ab spezialisierte Modelle für eine realitätsgetreue Erfassung und Wiedergabe solcher Problemstellen zu entwickeln.

Ergebnisse des Vorhabens

In der ersten Hälfte des Projektes wurde ein neues Verfahren zur Erfassung und Darstellung des Mundes und der Lippen entwickelt. Dazu wurde ein 360° Videodatensatz mit 32 synchronisierten hochauflösenden Videokameras gemacht. Der Ansatz nutzt ein texturiertes Blendshape-Modell, um die Gesichtsgeometrie einer Person in einem Video zu erfassen. Während dieses Modell gut geeignet ist um Bewegungen sowie großflächige Deformationen zu erfassen und wiederzugeben, ist es nur schwer möglich komplexe Deformationen, Aufdeckungen sowie blickpunktabhängige Änderungen in der Textur zu reproduzieren. Da dieses einfache Modell aber sehr robust ist und mit wenigen Parametern den groben Gesichtsausdruck darstellen kann, eignet es sich hervorragend als Basis für komplexere Verfahren, die feine Details gut erfassen können aber auf Grund ihrer Komplexität schwerer steuerbar oder weniger robust sind. Wir nutzen in diesem Fall cGANs (conditional Generative Adversarial Networks), um für synthetisierte Ansichten des texturierten Blendshape-Modells eine Texturverfeinerung zu berechnen, mit der fehlende Details oder blickpunktabhängige Effekte realistisch wiedergegeben werden können. Durch

Beispiel eines von einem cGAN generierten Mund. Links, das gerenderte Bild. Die Mundhöhle, Zähne sind nicht modelliert. In der Mitte, das vom cGAN synthetisierte Bild. Rechts, das Zielbild.

die Kombination beider Methoden ergibt sich ein einfach steuerbares und robustes Modell, mit dessen Hilfe fotorealistische Ansichten eines menschlichen Gesichts mit realistischen Augen und Mund erzeugt werden können.

Projektbearbeitung

Humboldt Universität zu Berlin
Prof. Dr.-Ing. Peter Eisert (Projektleiter)
Wolfgang Paier

3D-NanoVisual 2

DREIDIMENSIONALE VISUALISIERUNGSSYSTEME AUF BASIS PHOTONISCHER NANOSTRUKTUREN

Rasterelektronenmikroskopbild (REM-Bild) einer nanophotonischen Matrixmaske hergestellt mittels Elektronenstrahllithografie und Ionenstrahlätzen in Gold.

Quelle: 3D-NanoVisual

Problembeschreibung

Auf der Basis nano-strukturierter Oberflächen sollen Photonische Materialien und Bauelemente entwickelt werden, die eine verbesserte Integrierbarkeit und erhöhte Funktionalität von Sensor- und Visualisierungssystemen ermöglichen. Deren Sensitivität und Zugriff auf physikalische Parameter soll dabei auf Polarisation und mehrere, frei wählbare Wellenlängen erweitert werden. Um den Designprozess zukünftiger Technologien auf dieser Grundlage zu erleichtern, ist weiterhin ein intuitives Optimierungsverfahren zu entwickeln, welches das bestmögliche nano-photonische Materialdesign für eine gegebene Funktion liefert.

Aktueller Stand

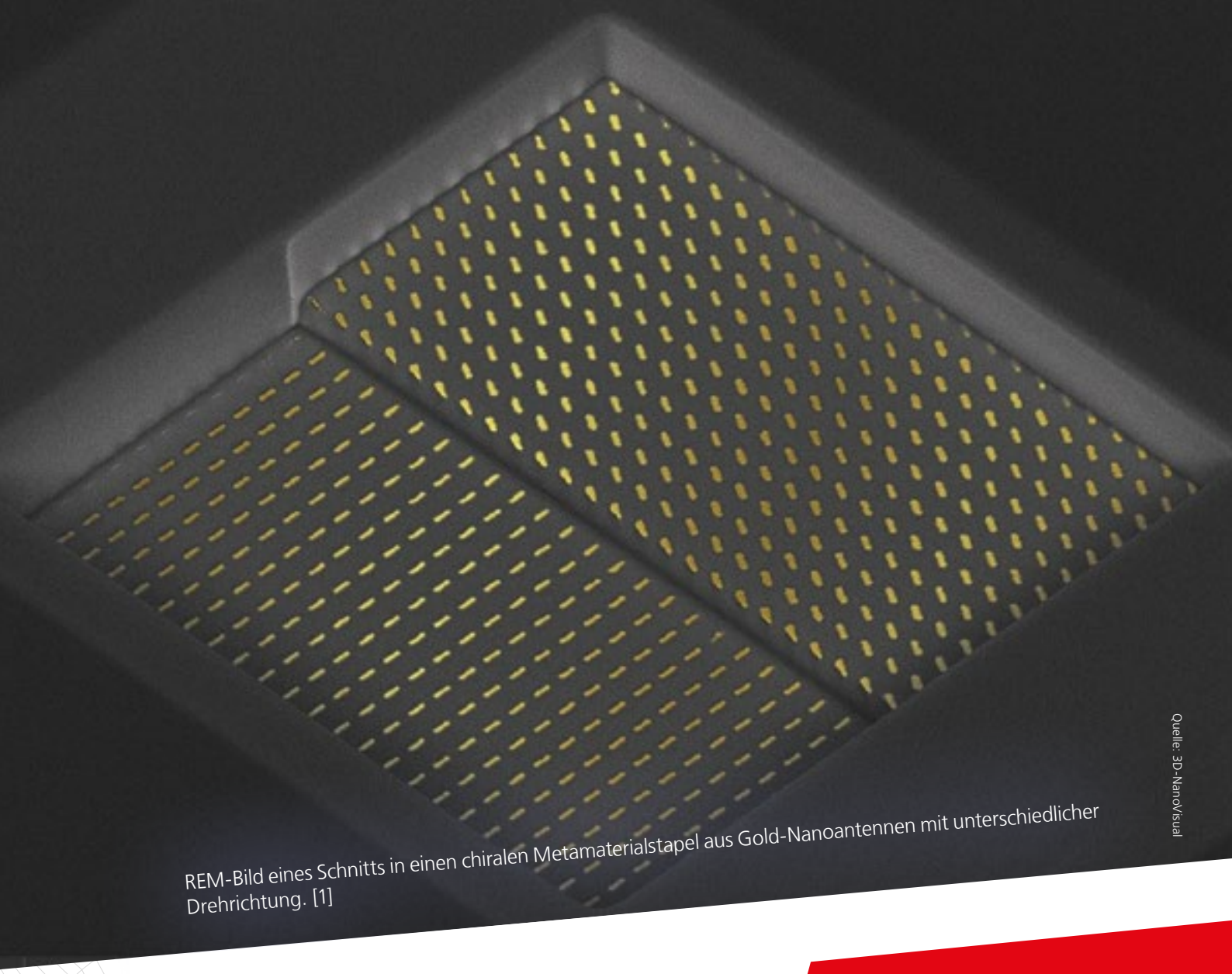
Fundament des Designs photonischer Nanostrukturen für die Anwendung ist die Kenntnis über den Zusammenhang aus Nano-Geometrie und Lichteigenschaften. Hierfür wurde eine große Zahl an Simulationen durchgeführt, die verschiedene Typen von Nanostrukturen nach Geometrie und Material variiert haben. Dabei wurde der Effekt der „extraordinary optical transmission“ (außergewöhnliche optische Transmission) genutzt, um Nanolöcher zu entwerfen, die sich als spektrale Filter in Form von Matrixmasken auf Sensorchips integrieren lassen. Es wurden spezifische Designs ausgewählt und hergestellt.

Bestimmte Arten von nanostrukturierten photonischen Oberflächen, sogenannte Metaoberflächen, können gestapelt werden. So lässt sich auf einfache Art und Weise die optische Funktionalität mehrerer Metaoberflächen kombinieren, ohne die Notwendigkeit aufwändiger Strukturdesigns. Dieser minimalistische Ansatz wurde tiefgehend untersucht und Anhand eines komplexen Problems – chiraler Polarisation – experimentell demonstriert [1]. Mit dieser Methodik lassen sich Polarisationsoptiken entwerfen, die zur chemischen Analyse oder erweiterten Kodierung von Hologrammen Anwendung finden könnten.

In der letzten Phase des Vorhabens werden Hybridsysteme aus Stapeln unterschiedlicher Strukturen und Materialien untersucht. Ein Augenmerk liegt dabei in der Verwendung sogenannter Supergitter.

Zitate

[1] J. Sperrhake, M. Decker, M. Falkner, S. Fasold, T. Kaiser, I. Staude, and T. Pertsch, “Analyzing the polarization response of a chiral metasurface stack by semi-analytic modeling,” Opt. Express, vol. 27, no. 2, p. 1236, Jan. 2019.



REM-Bild eines Schnitts in einen chiralen Metamaterialstapel aus Gold-Nanoantennen mit unterschiedlicher Drehrichtung. [1]

Quelle: 3D-Nanovisual

Beteiligte Partner

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Abbe Center of Photonics

Prof. Dr. Thomas Pertsch (Projektleiter)
Jan Sperrhake

Publikationen

J. Sperrhake, M. Decker, M. Falkner, S. Fasold, T. Kaiser, I. Staude, and T. Pertsch, "Analyzing the polarization response of a chiral metasurface stack by semi-analytic modeling," Opt. Express, vol. 27, no. 2, p. 1236, Jan. 2019.

J. Sperrhake, M. Decker, M. Falkner, S. Fasold, T. Kaiser, I. Staude, and T. Pertsch, „Semi-analytic modeling of chiral metasurface stacks", CLEO 2019 (Konferenzbeitrag)

J. Sperrhake, M. Decker, M. Falkner, S. Fasold, T. Kaiser, I. Staude, and T. Pertsch, „Semi-analytic modeling of chiral metasurface stacks", CLEO/Europe-EQEC 2019 (Konferenzbeitrag)

3DPersA 2

HYBRIDE VERFAHREN ZUR 3D PERSONENWAHRNEHMUNG FÜR DIE SOZIALE ASSISTENZROBOTIK IN ÖFFENTLICHEN UND HÄUSLICHEN EINSATZSZENARIEN

Quelle: 3DPersA

Erstellter Datensatz mit annotierten Personen (gefärbte Ellipsoide), getrackten Hypothesen (grüne Ellipsoide) und korrespondierende Sensordaten

Problembeschreibung

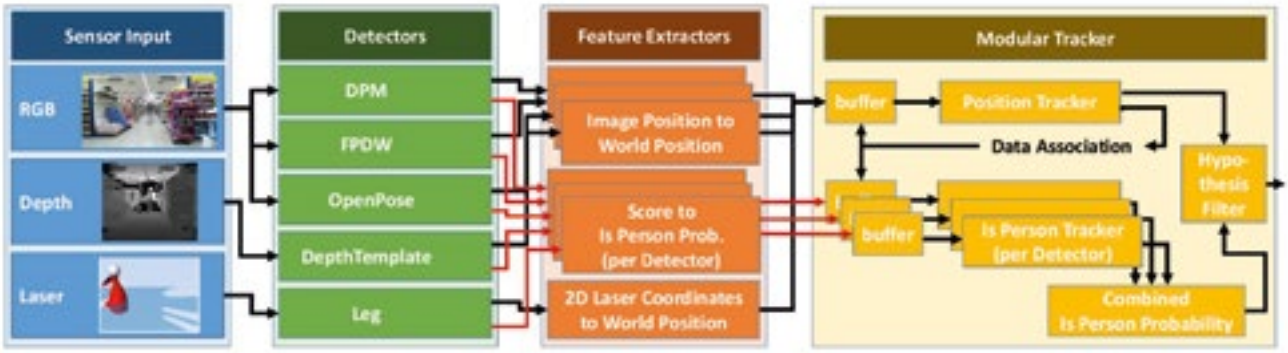
Das robuste Wahrnehmen von Personen ist eine der wichtigsten Grundfertigkeiten die ein Roboter besitzen muss, um eine intuitive Mensch-Roboter-Interaktion zu gewährleisten. Hierzu gehören die drei Teilaspekte Personendetektion, Personentracking und Personenwiedererkennung. Letzteres ist vor allem für den Umgang mit abgerissenen Personentracks von Bedeutung. Speziell in hochdynamischen Umgebungen mit einer großen Varianz von Personenansichten und -posen liefert der Stand der Forschung hier nur unzureichende Ergebnisse.

Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist die Erstellung eines realweltauglichen Personenwahrnehmungssystems für häusliche und öffentliche Einsatzszenarien, welches zuverlässig Personen auch in Situationen erkennt, für die die heutigen Ansätze nur ungenügende Ergebnisse liefern.

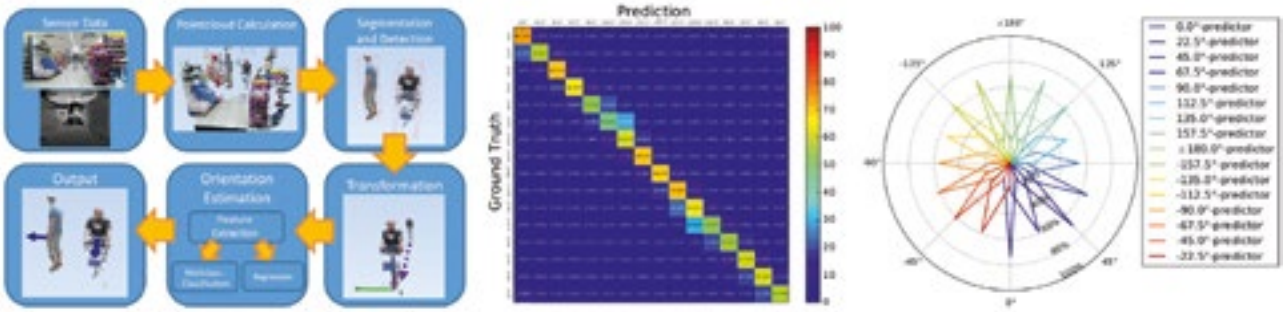
Aktueller Stand

Derzeit liegt der Arbeitsschwerpunkt bei der Integration der entwickelten Module in ein funktionsfähiges Gesamtsystem und dessen Benchmarking. Dabei wurde der entwickelte Personendetektor sowie die entwickelte Orientierungsschätzung (siehe rechts) integriert. Der Personentracker (siehe rechts oben) wurde auf einem eigens erstellten Datensatz evaluiert (siehe oben). Dieser umfasst 6 manuell annotierte Personen, welche mit 4 Kameras und 2 Lasersensoren auf einem mobilen Roboter erfasst wurden. Zudem wurde eine intuitive Visualisierung von Trackingergebnissen mittels einer Beamerlösung auf der Roboterplattform integriert, um die Akzeptanz gegenüber dem Roboter für uneingeweihte, wahrgenommene Nutzer zu erhöhen.



Quelle: 3DPersA

Ubersicht zu dem erstellten Gesamtsystem.



Quelle: 3DPersA

Links: Verarbeitungspipeline der Orientierungsschätzung. Rechts: Ergebnisse eines Klassifikators mit 16 Orientierungsklassen.

Beteiligte Partner

Technische Universität Ilmenau
Fakultät für Informatik und Automatisierung
FG Neuroinformatik und Kognitive Robotik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Horst-Michael Groß (Projektleiter)
Tim Wengefeld, M.Sc.

Publikationen

[Wengefeld 2019a] Wengefeld, T., Müller, S., Lewandowski, B., and Gross, H.-M., Probabilistic Framework for Tracking People on Mobile Platforms, submitted to: Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2019

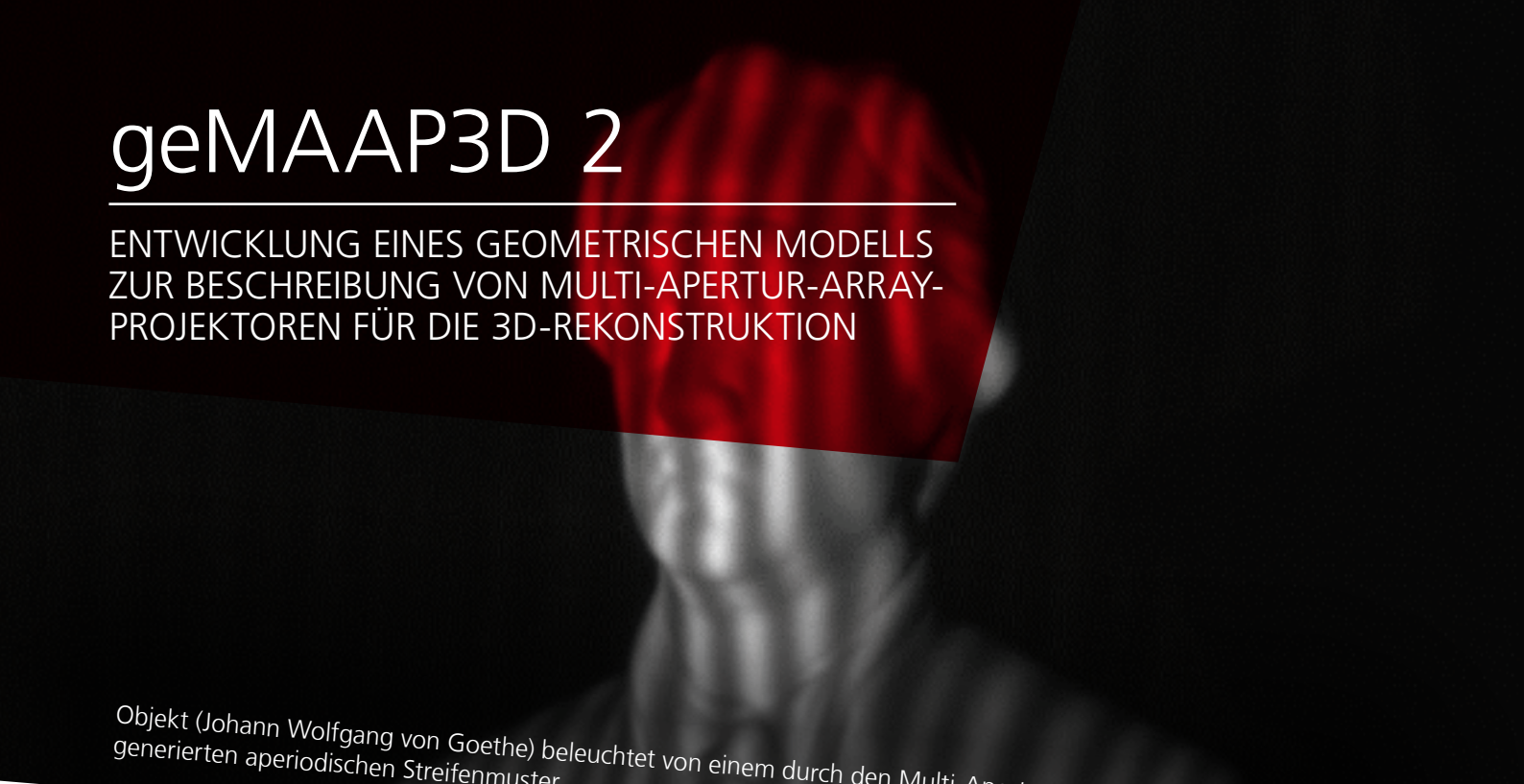
[Wengefeld 2019b] Wengefeld, T., Lewandowski, B., Seichter, D. and Gross, H.-M., Real Time Person Orientation Estimation using Colored Pointclouds., to appear: European Conference on Mobile Robots (ECMR), 2019

[Lewandowski 2019a] Lewandowski, B., Liebner, J., Wengefeld, T., Müller, S. and Gross, H.-M., A Fast and Robust 3D Person Detector and Posture Estimator for Mobile Robotic Applications. to appear: Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA), 2019

[Lewandowski 2019b] Lewandowski, B., Seichter, D., Wengefeld, T. and Gross, H.-M., Deep Orientation: Fast and Robust Upper Body Orientation Estimation for Mobile Robotic Applications. to appear: Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS) 2019

geMAAP3D 2

ENTWICKLUNG EINES GEOMETRISCHEN MODELLS ZUR BESCHREIBUNG VON MULTI-APERTUR-ARRAY-PROJEKTOREN FÜR DIE 3D-REKONSTRUKTION



Objekt (Johann Wolfgang von Goethe) beleuchtet von einem durch den Multi-Apertur-Array-Projektor (MAAP) generierten aperiodischen Streifenmuster

Quelle: geMAAP3D

Problembeschreibung

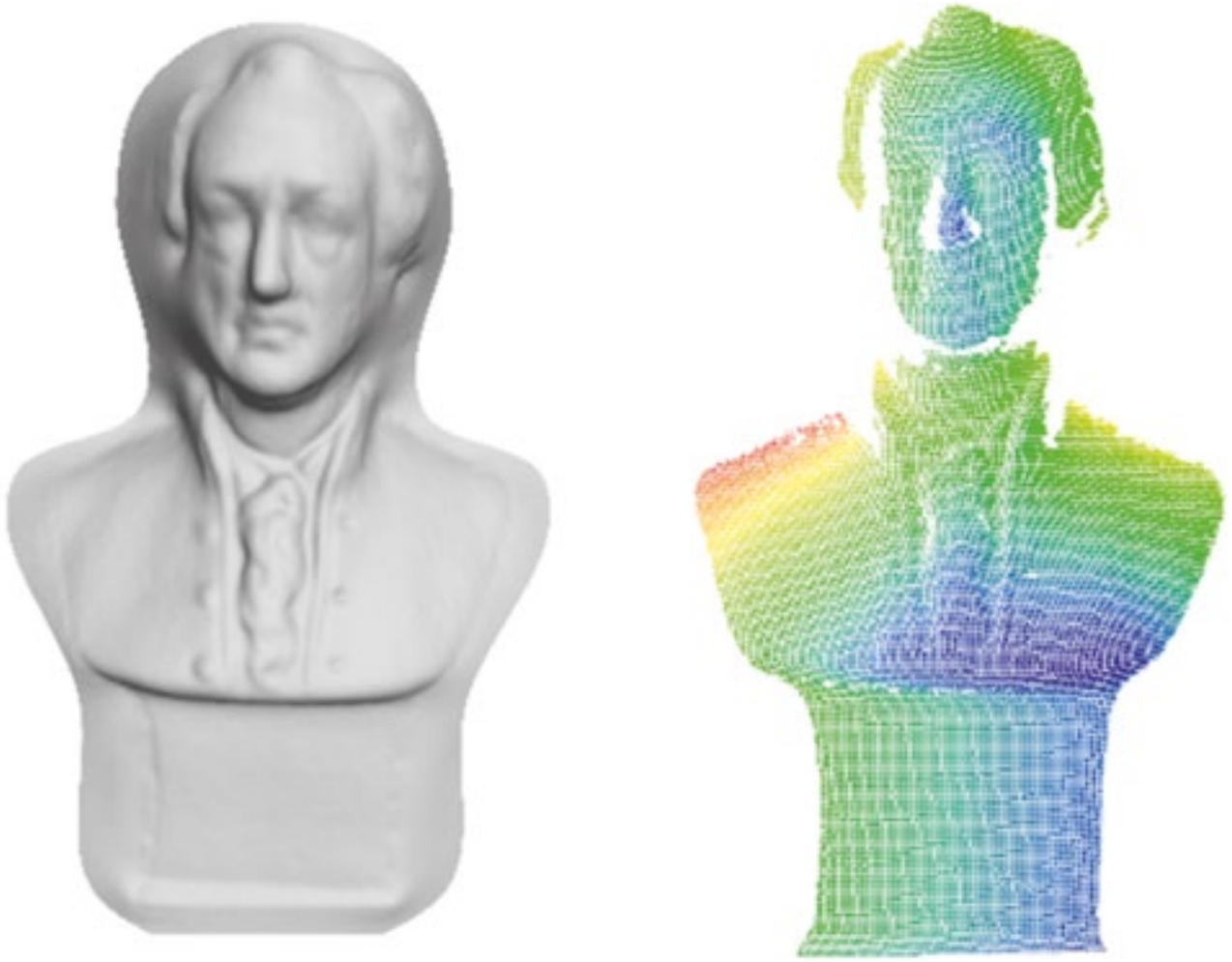
Etablierte optische Methoden zur schnellen, genauen und berührungslosen 3D-Vermessung nutzen Stereosysteme mit aktiver Beleuchtung durch digitale Projektoren (DLP), die allerdings hinsichtlich der Projektionsrate auf < 100 Hz beschränkt sind, was die 3D-Messrate auf 1 – 60 Hz je nach Zahl der Beleuchtungsmuster begrenzt. Am Fraunhofer IOF wurde ein Multi-Apertur-Array-Projektor (MAAP) für Projektionsgeschwindigkeiten bis zu 3 kHz entwickelt, welches 3D-Messraten > 330 Hz ermöglicht. Dies wird dadurch erreicht, dass N eindeutige, aperiodische Beleuchtungsmuster mit N verschiedenen Aperturen anstelle einer Apertur wie bei DLP-Systemen projiziert werden.

Ein geometrisches Modell für Multi-Apertur-Array-Projektoren, das für eine exakte 3D-Rekonstruktion (Triangulation mit einer das Messobjekt beobachtenden Kamera) notwendig ist, gibt es bisher nicht, sondern alle bekannten geometrischen Modelle sind auf einaperturige Systeme beschränkt. Wenn es jedoch gelingt, den Array-Projektor geometrisch so zu modellieren und zu kalibrieren, dass analog zu den Standardverfahren der Photogrammmetrie und Phasogrammetrie eine 3D-Messpunktberechnung möglich wird, ergibt sich hieraus ein signifikantes Verbesserungspotenzial für solche Sensorsysteme.

Ziel des Vorhabens

Das Ziel des Vorhabens, das vom Institut für Angewandte Optik (IAO) der Friedrich-Schiller-Universität Jena in Kooperation mit dem Fraunhofer IOF, Jena, bearbeitet wird, ist die geometrische Modellierung und Kalibrierung von 3D-Messsystemen mit Multi-Apertur-Array-Projektoren und ihre experimentelle Validierung. Ein solches Modell eröffnet die Möglichkeit für 3D-Messungen mit nur einer Kamera und einem Projektor, womit wesentlich kompaktere High-speed-3D-Sensoren mit einem deutlich kleineren notwendigen Bauraum realisiert werden könnten. Insbesondere bei Ultra-High-Speed-Kameras ist die damit einhergehende Kostenersparnis bei einem Verzicht auf eine Kamera nicht unbeträchtlich.

Sowohl die Simulation als auch die experimentellen Resultate haben gezeigt, dass das neu entwickelte geometrische MAAP-Modell für die 3D-Objektrekonstruktion mit nur einer Kamera geeignet ist. Ein automatisiertes Verfahren zur Ausführung der Kalibrierung ohne manuelle Intervention wurde entwickelt. Außerdem wurde auf der Basis von Optimierungstechniken die Möglichkeit zur partiellen Korrektur der Kalibrierung geschaffen, um eine komplette Rekalibrierung zu vermeiden. Dies erleichtert nicht nur den Kalibrierprozess, son-



Quelle: geMAAP3D

3D-Rekonstruktion des Objektes mit Falschfarbenkodierung der Tiefe (das 3D-Messsystem bestand aus einem MAAP und einer Kamera)

dern bringt dem Anwender auch einen großen Zeitgewinn. Das für eine partielle Korrektur der Kalibrierung entwickelte Verfahren bietet auch neue Möglichkeiten für die komplette Kalibrierung des Systems. Der Schwerpunkt der weiteren Untersuchungen liegt auf der Verbesserung und Optimierung des 3D-Messprozesses bezogen auf Präzision und geometrische Genauigkeit der Objektoberfläche.

Beteiligte Partner

Insitute of Applied Optics,
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Prof. Dr. Richard Kowarschik (Projektleiter)
M. Sc. Eugene Wong
Dr. Holger Babovsky
M. Sc. Andreas Stark

Fraunhofer IOF

Dr. Christian Bräuer-Burchardt
Dr. Stefan Heist

INIT-3D

ENTWICKLUNG UND AGGREGATION VON HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR GEBRAUCHSTAUGLICHEN ENTWICKLUNG VISUELLER 3D-USER-INTERFACES

Art der Darstellung von Inhalten

Quelle: André Dettmann

Problembeschreibung

Das Vorhaben „INIT3D“ soll im Sinne einer Generalisierung der Ergebnisse des Vorgängerprojektes IVIS-3D einen breiteren Anwendungsrahmen bestimmen in dem sich die Vorteile autostereoskopischer Monitore in weiteren Anwendungsgebieten manifestieren können. Dabei ist zu beachten, dass die Technologie innerhalb einer Mensch-Maschine-Interaktion belastungsarm anwendbar sein muss, damit Anwender diese ohne Einschränkung und Beschwerden nutzen können. Weiterhin muss ein System aus autostereoskopischem Display und einem 3D User-Interface für eine möglichst hohe Gebrauchstauglichkeit alle Vorteile der auf diesen Displays wahrnehmbaren dritten Dimension ausnutzen. Gelingt beides, also eine belastungsarme technische Realisation der Inhalte sowie die Entwicklung eines gebrauchstauglichen 3D User-Interfaces, so wird eine hohe Systemakzeptanz vom Endanwender erreicht.

Aktueller Stand

Grundlegend führt die besondere Art der Darstellung von Informationen in einem virtuellen dreidimensionalen Raum bei unzulänglicher Umsetzung zu einer beschleunigten visuellen Ermüdung durch Überanstrengung der Augen oder zur visuell induzierten Bewegungskrankheit. Typische Symptome können Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, Desorientierung bis hin zu Übelkeit und Erbrechen sein. Diese Symptome sind mit denen der Reisekrankheit im Auto vergleichbar, basieren jedoch auf einer visuellen Stimulation und weniger auf einer Störung des Gleichgewichtssinns.

Die Ursachen für visuell induzierte Bewegungskrankheit können zum einen auf technologieinhärente Probleme basierend auf dem Funktionsprinzip stereoskopischer Anzeigen zurückgeführt werden, und zum anderen auf die softwareseitige grafische Umsetzung der Inhalte. Technologieinhärent ist z. B. der Akkommodations-Konvergenz Konflikt (Hopf et al. 2015), der bei allen konventionellen 3D-Monitoren auftritt. In einer natürlichen Umgebung wird die Tiefenwahrnehmung durch die motorischen Anpassungen der Augen auf ein Objekt ermöglicht. Für ein scharfes Sehen wird das Objekt durch muskuläre Anpassung der Pupillen fixiert (Akkommodation) und die Augen drehen sich

Quelle: Seefront GmbH

Autostereoskopischer Monitor der SeeFront GmbH.

nach innen (Konvergenz). Beide Mechanismen passen sich dabei auf dieselbe Ebene an. Diese Mechanismen werden jedoch bei der Betrachtung von virtuellen Ebenen entkoppelt. Dieser Mechanismus stereoskopischer Anzeigen führt bei längerer Betrachtung und extremen Abständen zu erhöhtem Diskomfort und Symptomen der visuell induzierten Bewegungskrankheit und muss bei der Gestaltung der Benutzeroberflächen beachtet werden.

Nutzer sind für den Akkommodations-Konvergenz Konflikt besonders empfindlich. Dieser kann dadurch gemindert werden, indem die Abstände zwischen dem Monitor und der virtuellen Objektebene auf ein nutzergerechtes Minimum reduziert werden. Die Minderung dieses Konfliktes gilt der Fokus für das weitere Projektvorhaben.

Beteiligte Partner

Professur Arbeitswissenschaft
und Innovationsmanagement,
Technische Universität Chemnitz

Prof. Dr. Angelika C. Bullinger (Projektleiter)
Dipl.-Ing. André Dettmann

MOD3D 2

MODELLIERUNG VON VERHALTENS- UND HANDLUNGSINTENTIONSVERLÄUFEN AUS MULTIMODALEN 3D-DATEN

Verarbeitung von multimodalen Daten

Quelle: OvGU-IIKT

Problembeschreibung

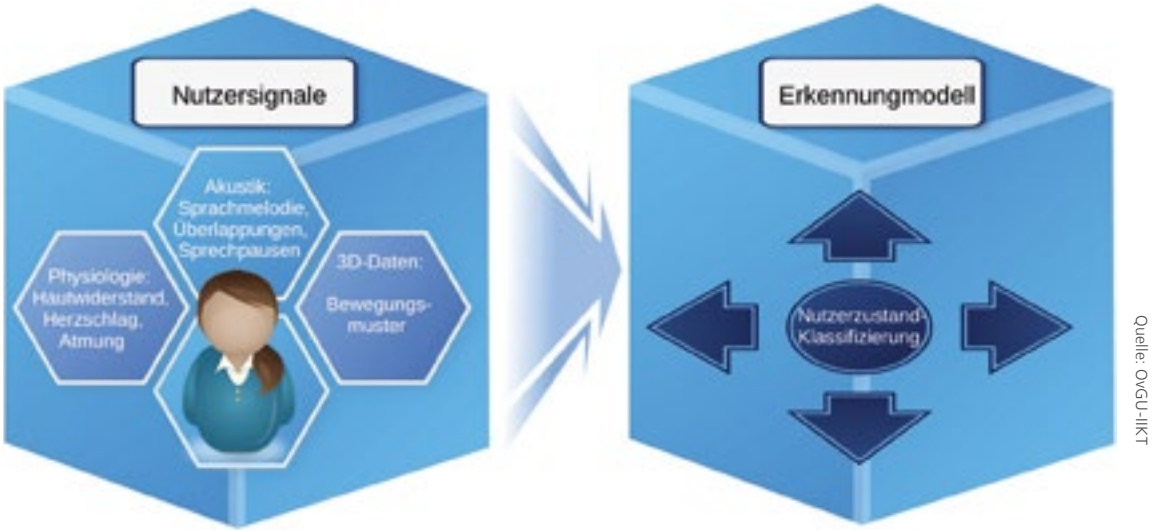
In immer mehr Bereichen des täglichen Lebens werden technische Systeme eingesetzt, wodurch auch immer mehr Menschen mit solchen Systemen interagieren müssen – ob im Bereich der Mobilität im Rahmen von Fahrerassistenzsystemen oder im Bereich der Gesundheit und Pflege, zum Beispiel beim betreuten Wohnen. Eine solche Interaktion kann vor allem bei älteren und weniger versierten Nutzern Probleme verursachen. Um diese Nutzergruppen zu unterstützen, ist es notwendig, die Interaktion adaptiv, antizipatorisch und nutzerzentriert zu gestalten. Ein wichtiger Schritt in Richtung solcher Systeme ist die Erkennung und die dafür notwendige Modellierung des aktuellen Nutzerzustandes.

Aktueller Stand

Das Projekt befindet sich inzwischen in der zweiten Förderperiode. Es werden drei verschiedene Nutzerzustände bzw. Verhaltenskategorien auf Grundlage von multimodalen Daten untersucht: Überforderung, Zufriedenheit und Kooperativität. Der Zustand der Überforderung entsteht, wenn.

Um die spätere praktische Verwendbarkeit zu gewährleisten, werden die Untersuchungen an natürlichen Interaktionsdaten durchgeführt, die in anwendungsnahen Szenarien unter natürlichen Bedingungen aufgenommen wurden.

Zur Modellierung des Zustands der Überforderung – dieser entsteht, wenn die Erwartungen des Nutzers an das System nicht erfüllt werden und die Interaktion den Nutzer vor unerwartete Schwierigkeiten stellt – werden im Rahmen des Projekts akustische Merkmale wie Sprache und Paralinguistik, physiologische Signale wie Puls, Atmung und Hautleitwiderstand, sowie 3D-Bewegungsmuster genutzt. Die Verhaltenskategorie Zufriedenheit wird vor allem anhand von aus der Nutzersprache extrahierten prosodische Merkmale untersucht. In diesem Zusammenhang werden auch Methoden untersucht, die zur Reduktion der Anzahl der Merkmale und besseren Ausnutzung des Merkmalsraums genutzt werden können. Für die Modellierung von Kooperativität werden als Marker Sprachüberlappungen ausgewertet. Hierbei handelt es sich um solche Interaktionsabschnitte, in denen mehrere Interaktionspartner gleichzeitig sprechen. Dabei kann kooperatives und kompetitives Sprechverhalten anhand der emotionalen Färbung der Sprache unterschieden werden.



Schematische Darstellung der Datenverarbeitung für das Erkennungsmodell

Ergebnisse

Bereits in der ersten Förderperiode stand die Modellierung des Zustands der Zufriedenheit im Fokus, dabei wurden prosodische Merkmale des Nutzers benutzt, und Erkennungsraten (F-Measure) von bis zu 87% erreicht. In der laufenden zweiten Förderperiode wurde festgestellt, dass sich für die Modellierung des Zustands der Überforderung 3D-Bewegungsmuster am besten eignen, da sie eine Erkennungswahrscheinlichkeit (F-Measure) von etwa 74% ermöglichen, und dabei im Vergleich zu physiologischen Signalen leichter erhebbar sind. Weiterhin wurde die Modellierung von Kooperativität sowohl aus der emotionalen Färbung als auch der Prosodie der Nutzersprache untersucht. Dabei wird eine Erkennungswahrscheinlichkeit (F-Measure) von etwa 70% erreicht.

Beteiligte Partner

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Prof. Dr. Andreas Wendemuth (Projektleiter)
Olga Egorow

Publikationen

O. Egorow, I. Siegert, A. Wendemuth. Improving Emotion Recognition Performance by Random-Forest-Based Feature Selection. In: Speech and Computer: 20th International Conference, SPECOM 2018, Leipzig, S. 134-144, 2018.

I. Siegert, J. Krüger, O. Egorow, J. Nietzold, R. Heinemann, A. F. Lotz. Voice Assistant Conversation Corpus (VACC) – a Multi-Scenario Dataset for Addressee Detection in Human-Computer Interaction Using Amazon's ALEXA. In: Proc. of the LREC 2018 Workshop LB-ILR2018 and MMC2018 Joint Workshop, Miyazaki, S. 51-54, 2018.

R. Böck, O. Egorow, J. Höbel-Müller, A. F. Requardt, I. Siegert, A. Wendemuth. Anticipating the User: Acoustic Disposition Recognition in Intelligent Interactions. In: Innovations in Big Data Mining and Embedded Knowledge: Domestic and Social Context Challenges. Herausgegeben von: A. Esposito, A. M. Esposito, L. C. Jain, Springer, 2019.

O. Egorow, A. Wendemuth. On Emotions as Features for Speech Overlaps Classification. Erscheint in: IEEE Transactions on Affective Computing.

Vitalkam 2

KONTAKTFREIE KAMERABASIERTE MESSUNG VON VITALPARAMETERN MIT VERBESSERTER STÖRSICHERHEIT

Gesichtserkennung mit Landmarken (links), Hauterkennung (rechts)

Quelle: Michal Rapczynski

Problembeschreibung

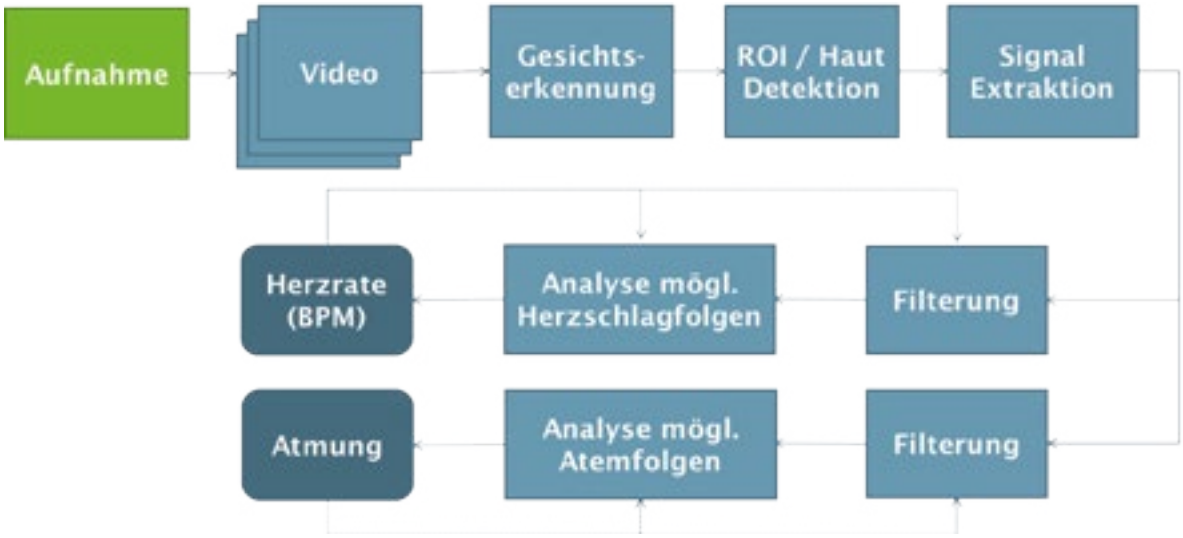
Die Erfassung von wichtigen Vitalparametern des Menschen, wie der Herzrate, Atmung, Herzratenvariabilität und Sauerstoffsättigung des Blutes, sind von großer Bedeutung für die Diagnostik und Überwachung des Gesundheitszustands. Momentan vertriebene Geräte zur Messung dieser Parameter verwenden ausschließlich kontaktbasierte Messmethoden. Diese sind mit einigen Nachteilen verbunden. Dies ist für den Tragenden meist unangenehm oder kann sogar Hautirritationen bzw. Schmerzen hervorrufen, wenn zur Fixierung beispielsweise Klebe Elektroden bzw. Federklemmen eingesetzt werden.

Ziel des Vorhabens

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer 3D-bildbasierten, kontaktfreien Messmethode für verschiedene Vitalparameter (Herzrate, Atemfrequenz und SpO2 Sättigung), die dem Nutzer maximale Bewegungsfreiheit und maximalen Komfort bietet, robust und schnell funktioniert und einfach zu verwenden ist. Sie basiert auf der Messung minimaler Farbveränderungen im Gesicht, die im Herzschlagrhythmus auftreten.

Ergebnisse

Die für die Schätzung der Vitalparameter relevanten Spektralbereiche wurden erforscht und geeignete Kameras und Filter eingesetzt, um die Messung der Herzrate im Bereich des nahinfraroten Lichtes zu ermöglichen. Weiterhin wurden verschiedene Region-of-Interest entwickelt und ihr Effekt auf die Schätzung der Herzrate verglichen. Wichtige Erkenntnisse über den Einfluss der Qualität und Art der Videocodierung auf das Pulssignal wurden erforscht, um die Messung der Vitalparameter bei niedriger Bildqualität und platzsparende Archivierung von Daten zu ermöglichen.



Quelle: Michal Rapczynski

Schematisches Ablaufdiagram der Kontaktlosen Vitalparameterschätzung.

Beteiligte Partner

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

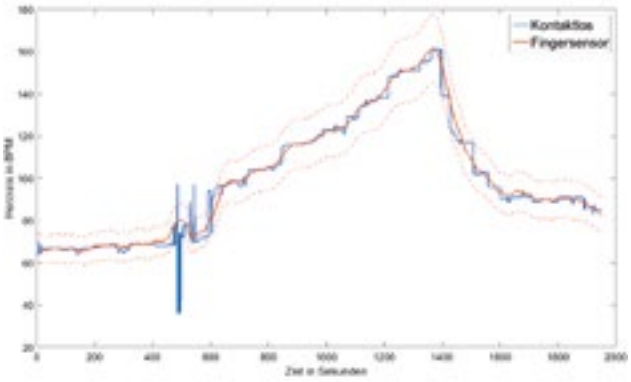
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Ayoub Al-Hamadi (Projektleiter)
Michal Rapczynski

Publikationen

[1] Rapczynski, M., Werner, P., Saxen, F., & Al-Hamadi, A. (2018, October). How the Region of Interest Impacts Contact Free Heart Rate Estimation Algorithms. In 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 2027-2031). IEEE.

[2] Rapczynski, M., Zhang, C., Al-Hamadi, A., & Notni, G. (2018, October). A Multi-Spectral Database for NIR Heart Rate Estimation. In 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 2022-2026). IEEE.

[3] Michal Rapczynski, Philipp Werner, Ayoub Al-Hamadi, Effects of Video Encoding on Camera Based Heart Rate Estimation, March 2019, IEEE Transactions on Biomedical Engineering PP(99):1-1 DOI: 10.1109/TBME.2019.2904326



Quelle: Michal Rapczynski

Gemessene Herzraten für den kontaktlosen kamerabasierten Ansatz und einem Fingersensor (10% Abweichung als gestrichelte Linie)

spec3D

BEITRAG ZUR HYPERSPEKTRALEN 3D-OBERFLÄCHENERFASSUNG UND -VERARBEITUNG FÜR DIE INDUSTRIELLE BILDVERARBEITUNG

Quelle: spec3D

1 Multispektralkamera 1
2 Multispektralkamera 2
3 Musterprojektor
4 Lichtquelle

Abbildung 1: Hyperspektral-3D-Bildgebungssystem.

Problembeschreibung

Durch die Fusion von zwei fortschrittlichen Bildgebungstechnologien, 3D-Bildgebung und spektraler Bildgebung, lässt sich eine Vielzahl von neuartigen Anwendungsmöglichkeiten eröffnen. Einesteils ermöglicht die synchronisierte Erfassung von 3D-Oberflächenform und Reflexionseigenschaften eine tiefere Interpretation von komplexen Szenen und eine fotorealistische Bilddatenkorrektur bezüglich der Licht-Materie-Wechselwirkung. Andernteils lässt sich die aktive 3D-Bildgebung mittels Musterprojektion durch den Einsatz von Multispektral-Bildsensoren hinsichtlich des Rauschabstandes und der Messzeit weiter ausbauen. Als Grundlagen für diese Weiterentwicklungen müssen neuartige Bildgebungssysteme zugrunde liegen, um Datenbasen von hoher Qualität bereitzustellen.

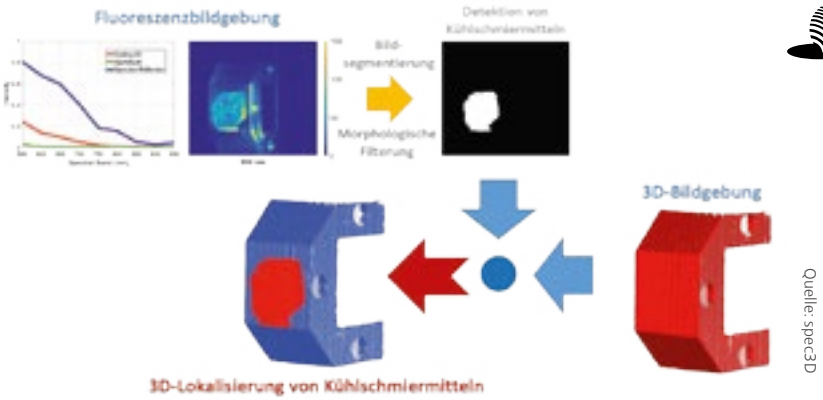
Ziel des Vorhabens

Das Projekt verfolgt zwei Ziele. Erstens zielt es auf die Generierung von Hyperspektral-3D-Bilddaten in hoher Güte. Ein zweites Projektziel ist die Untersuchung der spektralen Aspekte des 3D- Bildgebungsverfahrens mittels Musterprojektion sowie die Entwicklung von 3D-Verfahren auf Basis der Multispektral-Sensorik.

Ergebnisse

Für die Hyerspektral-3D-Bildgebung wurde ein Demonstrator aus Filterrad-Multispektralkameras in Stereo-Anordnung und einer Projektionseinheit entwickelt. Dieses System weist eine Tiefenauflösung von bis zu 25 µm auf und kombiniert 3D-Bilddaten mit maximal 23 verschiedenen Spektralkanälen im VIS-NIR-Spektralbereich. Darüber hinaus wurden algorithmische Methoden für die Kompensation der chromatischen Aberration und die Korrektur von Beleuchtungseinflüssen entwickelt, um höhere Qualität der Bilddaten zu erzielen und beleuchtungsunabhängige Materialeigenschaften zu extrahieren.

Für die zweite Zielsetzung des Projektes wurden die Einflüsse der Lichtwellenlänge der Musterprojektion auf die 3D-Oberflächenmessung bei verschiedenen Materialen (opak und transluzent) untersucht, dadurch wurde bei transluzenten Materialien eine wesentliche Abhängigkeit zwischen Lichtwellenlänge und 3D-Messergebnis nachgewiesen. Zudem wurde für opake Oberflächen ein Single-Shot-3D-Messverfahren mit Stereo-Snapshot-Multispektralkameras und multispektraler Musterprojektion entwickelt, und ein Nachweis dieses Konzeptes wurde experimentell erbracht (siehe Abb. 4).



Quelle: spec3D

Abbildung 2: Fremdstofferkennung mittels 3D-Fluoreszenzbildgebung.

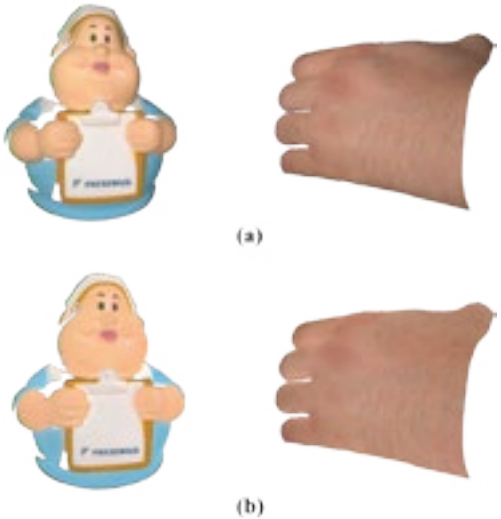
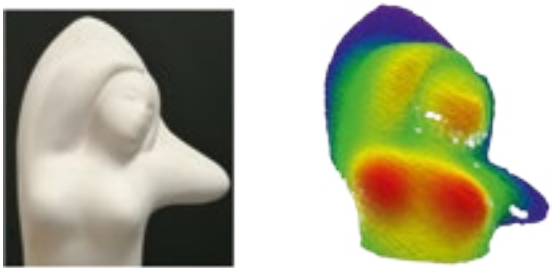


Abbildung 3: 3D-basierte Shading-Korrektur: Rohbilddaten (a), korrigierte Bilddaten (b).



Quelle: spec3D

Abbildung 4: 3D-Bildaufnahme mittels multispektraler Musterprojektion.

Beteiligte Partner

Fachgebiet Qualitätssicherung und Industrielle Bildverarbeitung
Technische Universität Ilmenau
Prof. Dr. Gunther Notni (Projektleiter)
M.Sc. Chen Zhang

Publikationen

C. Zhang, M. Rosenberger, A. Breitbarth, G. Notni: Wavelength dependancy of optical 3D measurements at translucent objects using fringe pattern projection. In Proc. SPIE 10220, Dimensional Optical Metrology and Inspection for Practical Applications VI, 1022007, 2017.

S. Heist, C. Zhang, K. Reichwald, P. Kühmstedt, G. Notni: Generation and evaluation of hyperspectral 3D surface models based on a structured light system with hyperspectral snapshot mosaic sensors. In Proc. SPIE 10667, Dimensional Optical Metrology and Inspection for Practical Applications VII, 106670F, 2018.

C. Zhang, R. Celestre, M. Rosenberger, G. Notni: Exact correction of image distortion in a filter wheel multispectral camera with focus adjustment. In Journal of physics Conference Series, Band 1044, Nr. 012031, Bristol: IOP Publ., 2018.

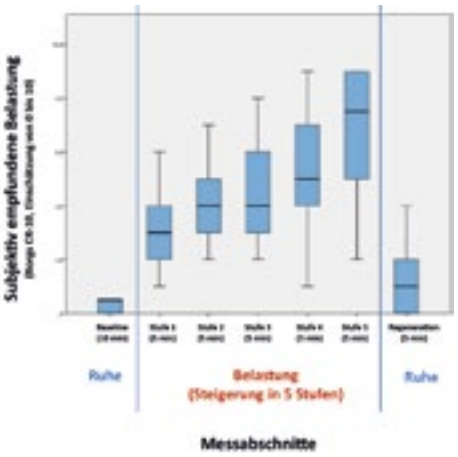
S. Heist, C. Zhang, K. Reichwald, P. Kühmstedt, G. Notni, A. Tünnermann: 5D hyperspectral imaging: fast and accurate measurement of surface shape and spectral characteristics using structured light. In Optics Express, Band 26, Heft 18, Seite 23366-23379, Washington, DC: Soc, 2018.

C. Zhang, A. Breitbarth, M. Rosenberger, G. Notni: 3D model based shading correction for the enhancement of multispectral colour measurement accuracy. In Journal of physics Conference Series, Band 1065, Nr. 032008, Bristol: IOP Publ., 2018.

C. Zhang, A. Brahm, A. Breitbarth, M. Rosenberger, G. Notni: Single-frame three-dimensional imaging using spectral-coded patterns and multispectral snapshot cameras. In Optical Engineering, Band 57, Heft 12, Nr. 123105, Bellingham, Wash: SPIE, 2018.

StressSense 2

ANWENDUNG OPTISCHER UND TEXTILBASIERTER SENSOREN ZUR DETEKTION VON ERMÜDUNGS- UND STRESSPARAMETERN INNERHALB AUSGEWÄHLTER ARBEITSSZENARIEN



Quelle: StressSense

Boxplot-Darstellung der Ergebnisse der Borgs CR-10-Abfrage (subjektives Belastungsempfinden) über den gesamten Messablauf (n = 30); Quelle: Uniklinikum Jena

Problembeschreibung

Die aktuellen Entwicklungen in Forschung und Entwicklung im Gesundheitsbereich zeigen deutliche Tendenzen, den Menschen individuell zu beobachten bzw. zum Self monitoring zu befähigen. Über eine große Datensammlung von verschiedensten Parametern sollen möglichst genaue, individuell spezifische Aussagen über den Gesundheitszustand getroffen und rückgemeldet werden. Darauf basierend können u.a. Handlungsempfehlungen für den Patienten und hilfreiche Informationen für den behandelnden Arzt ausgegeben werden. Die Anwendungsgebiete reichen von reiner Informationssammlung aus Interesse am eigenen Fitnesszustand über Gewichtskontrolle, Blutdrucküberwachung, Blutzuckermessung bis hin zu krankheitsspezifischen Beobachtungsschwerpunkten wie z.B. der Pflegehilfe für Neurofibromatose-Patienten. Die Entwicklung entsprechend geeigneter Sensoren, Wearables und Apps für Smartphones für zahlreiche Anwendungsbereiche ist deutlich im Vormarsch.

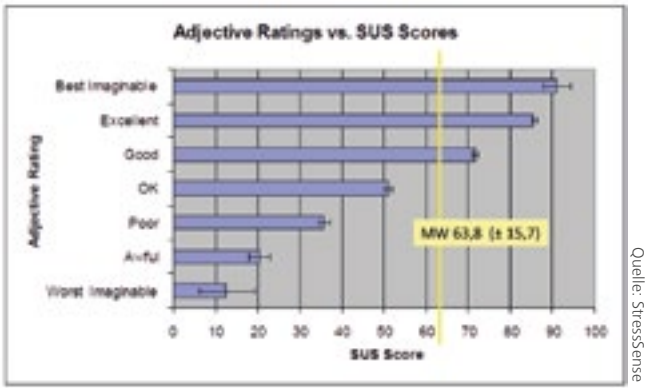
Aufgrund gestiegener Belastungen und höherer Anforderungen im Arbeitsumfeld sowie vor dem Hintergrund der steigenden Zahl von Erkrankungen im Zusammenhang mit Stress im Arbeitsleben steht zunehmend auch eine Beobachtung des Gesundheitszustands im Arbeitssetting im Fokus. Insbesondere mentale Belastungen bzw. Überlastungen als potentielle Verursacher physischer und auch psychischer Erkrankungen sollen hierbei messbar gemacht werden, was jedoch vor dem Hintergrund spezieller Arbeitsplätze besondere Anforderungen an die Messtechnik mit sich bringt.

Aktueller Stand

Eines der Ziele der vorliegenden Studie war es, mentale Belastung am Bildschirmarbeitsplatz zu messen und mithilfe subjektiver und objektiver Parameter zu charakterisieren (n=30). Dies erforderte u.a., mentalen Stress im Labor zu induzieren. Hierfür hat sich das dafür ausgewählte RehaCom-System (Hasomed) aufgrund seiner Konzeption als gut geeignet gezeigt. Die deutlichen Veränderungen des Parameters „subjektives Belastungsempfinden" (Abb. oben) über den gesamten Messverlauf sind ein Beleg dafür.

Die Ergebnisse zeigen, dass Studiendesign und Messaufbau dem Anspruch gerecht werden, mentale Überforderung hervorzurufen. Die Werte des subjektiven Belastungsempfindens (Abb. oben) lassen über den Verlauf der Messung deutliche Varianzen zur Baseline erkennen - sie steigen mit der Erhöhung der Belastungsstufen.

Die abschließenden Vergleiche der subjektiven mit den erfassten objektiven Parametern (z.B. Herz-



Quelle: StressSense

Einordnung der Ergebnisse der Fragebogen-Erhebung (gelbe Markierung; n=30, MW: 63,8 ±15,7) mit der System Usability Scale (SUS) gegenüber der siebenteiligen Adjektivskala nach Bangor, Kortum und Miller (2009); modifiziert nach Bangor et al. (2009)

frequenz und Hautleitwert) werden außerdem aufzeigen, inwieweit die mentale auch körperlich nachweisbare Belastung bedeutet.

Ein weiteres Ziel der Studie war es, über Einzelfalluntersuchungen am Arbeitsplatz erste Messdaten unter individuellen Arbeitsbedingungen zu sammeln. Eine explorative Datenanalyse bei 13 gemessenen Probandinnen soll Hinweise für die Anforderungen an die spätere Mensch-Maschine-Interaktion geben. Zusätzlich lieferte die Probandenbefragung zur System Usability mithilfe des System Usability Scale (SUS) nach Bangor, Kortum und Miller (2009) erste Hinweise für einen Anforderungskatalog zu relevanten Sensoreigenschaften im Arbeitssetting. Die angewandte (kabelgebundene) Messtechnik NeXus 10 (Firma Hasomed) wird in der System Usability im Mittelwert von den befragten Probandinnen als „gut" bewertet (Abb. oben). Für die zeitgleiche Messung mehrerer Parameter, wie es bei der Belastungseinschätzung am Arbeitsplatz notwendig ist, ist aus wissenschaftlicher Sicht ein Multisensorsystem wie NeXus 10 unumgänglich. Dennoch muss in Zukunft der Fokus auf kontaktlosen Systemen liegen. Sie lassen arbeitsplatzunabhängige und gefährdungs- und hindernisfreie Messungen zu.

Erste Auswertungen ergaben, dass unter folgenden Bedingungen Self-Monitoring zur Belastungsdetektion am eigenen Arbeitsplatz für Beschäftigte denkbar wäre:

- Entsprechende Systeme müssen klein, leicht und möglichst einfach zu bedienen sein.
- Sie müssen ohne zusätzlichen Rechner auskommen.
- Sie müssen leise und möglichst nicht sichtbar bzw. unauffällig sein, vor allem in Arbeitsbereichen mit viel Kundenkontakt.
- Sie müssen kabellos bzw. körpernah funktionieren, so dass völlige Beweglichkeit gewährleistet ist.
- Sie müssen eine einfache, schnelle und leicht verständliche Daten-/Ergebnisdarstellung haben.

Publikationen

A. Buder, M. Nisser, S. Derlien, U.C. Smolenski (2019); Nachweis von stufenweise induzierter mentaler Überforderung in objektiven und subjektiven Parametern; 65. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) Dresden 27. Februar - 01. März 2019

A. Buder, M. Nisser, S. Derlien, J. Hübscher, U.C. Smolenski (2018); 3Dsensation StressSense 2 – Detektion von Stressparametern am Bildschirmarbeitsplatz; Postersession 123. Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Physikalische Medizin und Rehabilitation (DGPMR), Jena, 20.-22. September 2018

Nisser, M., Derlien, S., Smolenski, U.C., Best, N. (2018); Messung der muskulären Beanspruchung mithilfe der Oberflächen-Elektromyographie bei verschiedenen PC Eingabegeräten – Vorstellung des Studiendesigns der Pilotstudie; Phys Med Rehab Kuror, 28(04)

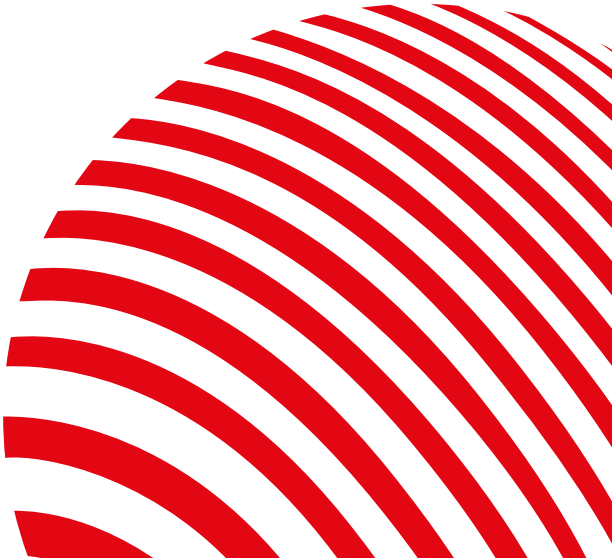
Nisser, M., Derlien, S., Smolenski, U.C., (2018); Oberflächen-Elektromyographie zur Beanspruchungsmessung am Bildschirmarbeitsplatz. Welchen Mehrwert bringt die Analyse der muskulären Aktivität?; Wirtschaftspsychologie, Heft 1

Projektbearbeitung

Institut für Physiotherapie,
Universitätsklinikum Jena
Prof. Dr. med. U.C. Smolenski (Projektleiter)
Dr. Anja Buder
Maria Nisser

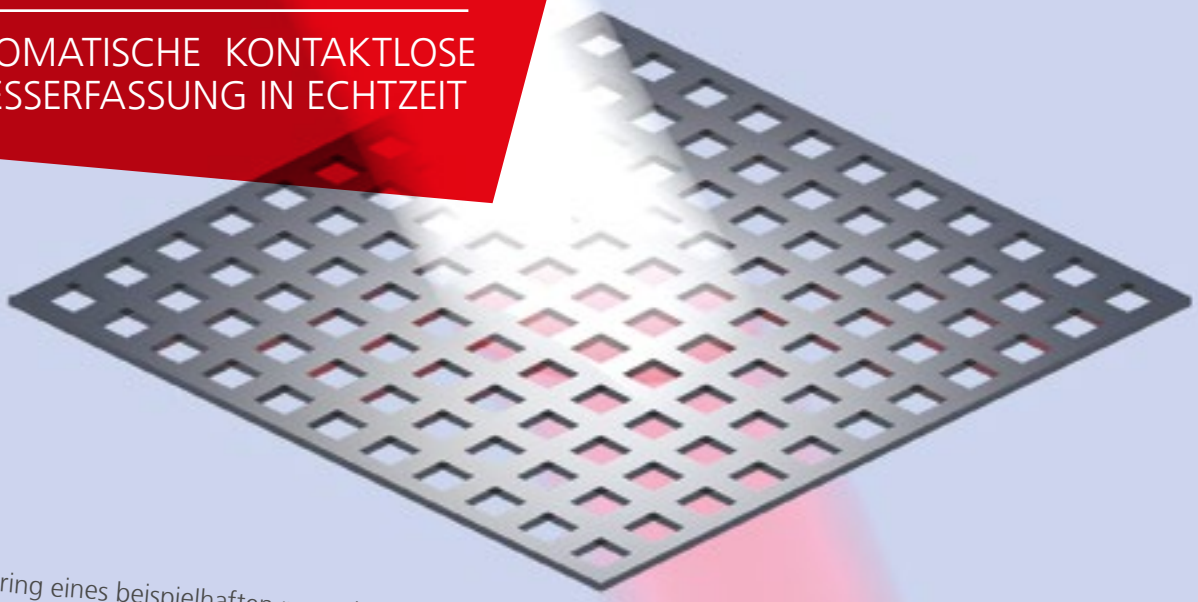
QUALIFIZIERUNG UND
NACHWUCHSFÖRDERUNG /
WEITERFÖRDERUNG

Graduiertenverbundforschung



HyperSense

AUTOMATISCHE KONTAKTLOSE STRESSERFASSUNG IN ECHTZEIT



Rendering eines beispielhaften nanophotonischen Filters, der aus Weißlicht rotes Licht extrahiert

Quelle: Jan Sperrhake

Problembeschreibung

Im Graduiertenverbundprojekt HyperSense werden interdisziplinäre Lösungen für die Verbesserung der kamerabasierten Stress- und Vitalparametermessung erforscht. Stress gilt als größter Belastungsfaktor am Arbeitsplatz und erlangt seit Jahren großes Forschungsinteresse. Jedoch existieren keine Verfahren für eine hindernisfreie (Gefahrenbeurteilung) und störungsfreie (Limitierungen durch die Arbeitstätigkeit) Erfassung der für Stress ausschlagegebenden Vitalparameter. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Technologie-Demonstrators, der eine kontaktlose Stressdetektion in einem einfachen Setting ermöglicht. Die exakte und robuste multimodale Datenerfassung steht genauso im Mittelpunkt, wie eine ansprechende, benutzerfreundliche Visualisierung der Daten für den Nutzer.

Dazu wird ein Kamerasystem zur multimodalen Personenerfassung in Echtzeit entwickelt. Dieses Kamerasystem kombiniert die irritationsfreie aktive Hochgenauigkeits-3D-Bildgebung mit der Farb- und NIR-Bildgebung, und liefert einen multimodalen Bilddatenstrom als Datenbasis für die sichere Vitalparameterschätzung. Um dies zu erreichen werden spezielle nanophotonische Filtertechnologien entwickelt. Basierend auf der Wechselwirkung von Licht mit mikroskopischen Strukturen auf der Nanometerskala wurden diverse Filtertypen speziell auf die Anwendung designt und experimentell umgesetzt.

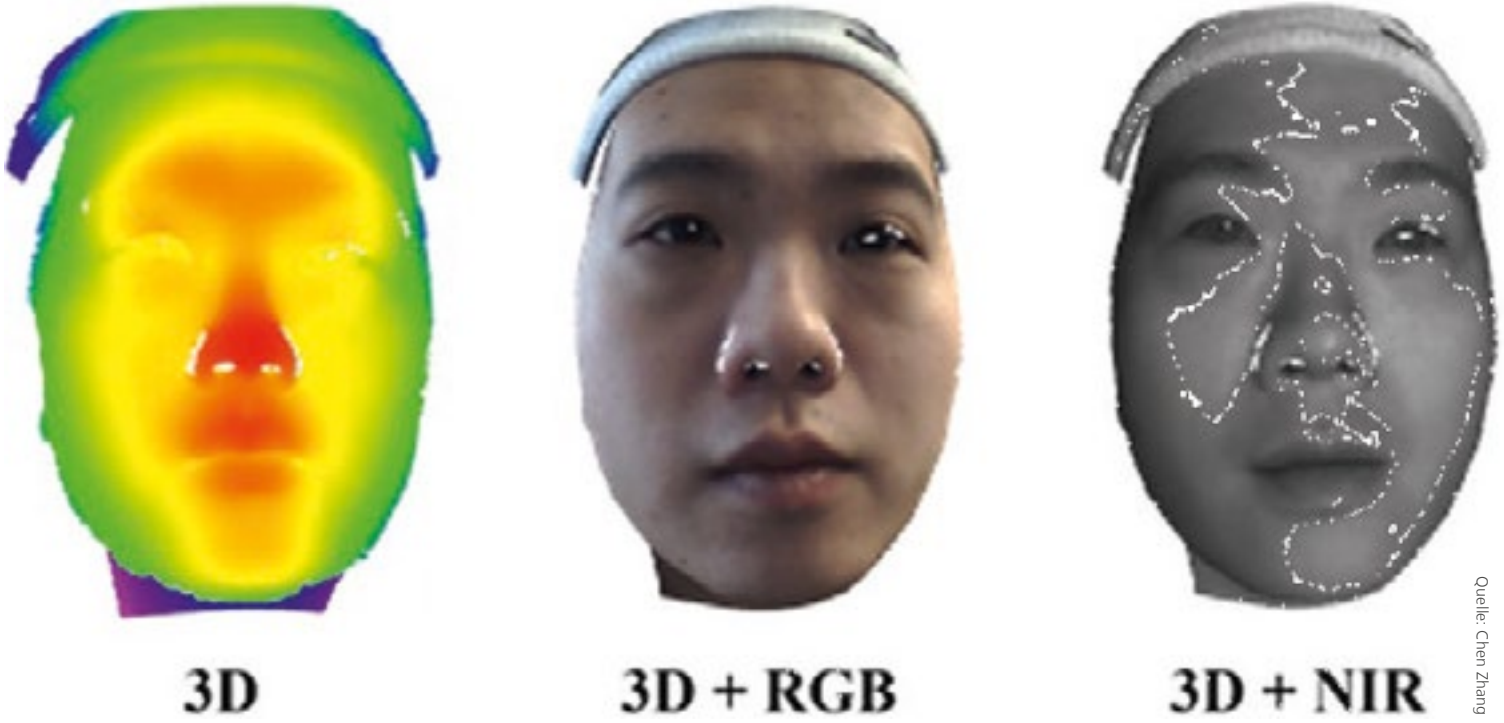
Ergebnisse

Die Spektralbereiche des nahinfraroten Lichtes mit der besten Signalqualität wurden identifiziert und für den Bau der neuen nanophotonischen Filter verwendet. Ein Prototyp einer Kamera wurde hergestellt und der Sensor mit den experimentellen Filtern ausgestattet. Es wurden Messungen zur Erfassung der Sauerstoffsättigung unter körperlichem und mentalem Stress im Labor durchgeführt und die Ergebnisse mit den gewonnen Daten validiert.

Publikationen

Rapczynski, M., Zhang, C., Al-Hamadi, A., & Notni, G. (2018, October). A Multi-Spectral Database for NIR Heart Rate Estimation. In 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 2022-2026). IEEE.

Jan Sperrhake, Maria Nisser, Michal Rapczynski, Chen Zhang, et.al, Messsystem zur dreidimensionalen Detektion und multispektralen Charakterisierung von Personen und Gegenständen. Patent in der Anmeldung.



Quelle: Chen Zhang

Multimodale Darstellung eines Gesichtes in 3D, RGB und Nahinfrarot.

Beteiligte Partner

Teilvorhaben 1: Stresserfassung über Sauerstoffsättigung **(SuSa)**

Universitätsklinikum Jena
Prof. Dr. med. U.C. Smolenski, Maria Nisser, Dr. Anja Buder

Teilvorhaben 2: Hyperspektrale Vitalparameterschätzung zur automatischen kontaktlosen Stresserkennung **(AutoStress)**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
apl. Prof. Dr. Al-Hamadi, Michal Rapczynski (Projektkoordinator)

Teilvorhaben 3: Entwicklung eines Kamerasystems zur multimodalen Personenerfassung in Echtzeit **(Kupe)**

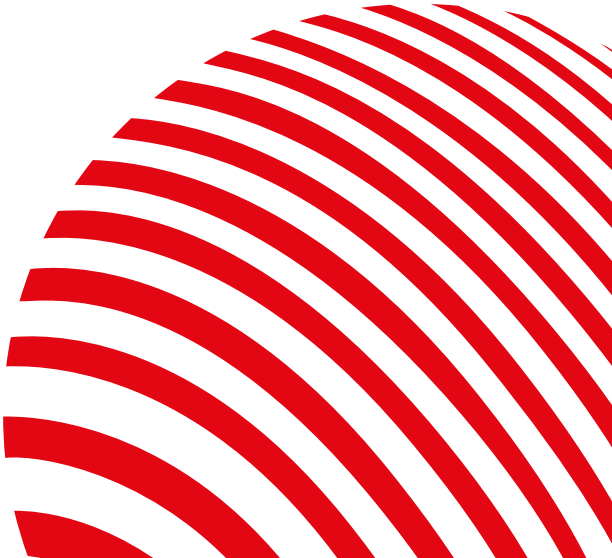
Technische Universität Ilmenau
Prof. Dr. G. Notni, Chen Zhang

Teilvorhaben 4: Hyperspektrale Sensorik auf der Basis photonischer Nanomaterialien **(HyperVis)**

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Pertsch, Jan Sperrhake

QUALIFIZIERUNG UND
NACHWUCHSFÖRDERUNG /
WEITERFÖRDERUNG

Nachwuchsgruppen



3DSWIR

AUGENSICHERE 3D-MESSTECHNIK IM SWIR

Ausschnitt eines Ge-on-Si-Photodiodenarrays mit QVGA-Auflösung und 30 µm Pixelbreite

Quelle: 3DSWIR

Problembeschreibung

Im Zuge der fortschreitenden LIDAR-Technologie rückt der SWIR-Spektralbereich zunehmend in den Fokus der zu untersuchenden Messtechnik. Neben der geringeren Anfälligkeit gegenüber Wetterphänomenen spielt hierbei der Aspekt der Augensicherheit eine entscheidende Rolle. Speziell die Absorption im Tränenfilm um 1450 nm Wellenlänge ermöglicht eine Steigerung der Beleuchtungsintensität um 2-3 Größenordnungen. Ein Marktzugang wird jedoch insbesondere durch die hohen Kosten der benötigten Sensortechnik erschwert. Im Rahmen des Projekts wird daher u.a. die mögliche Integration einer Ge-on-Si-Sensorik untersucht.

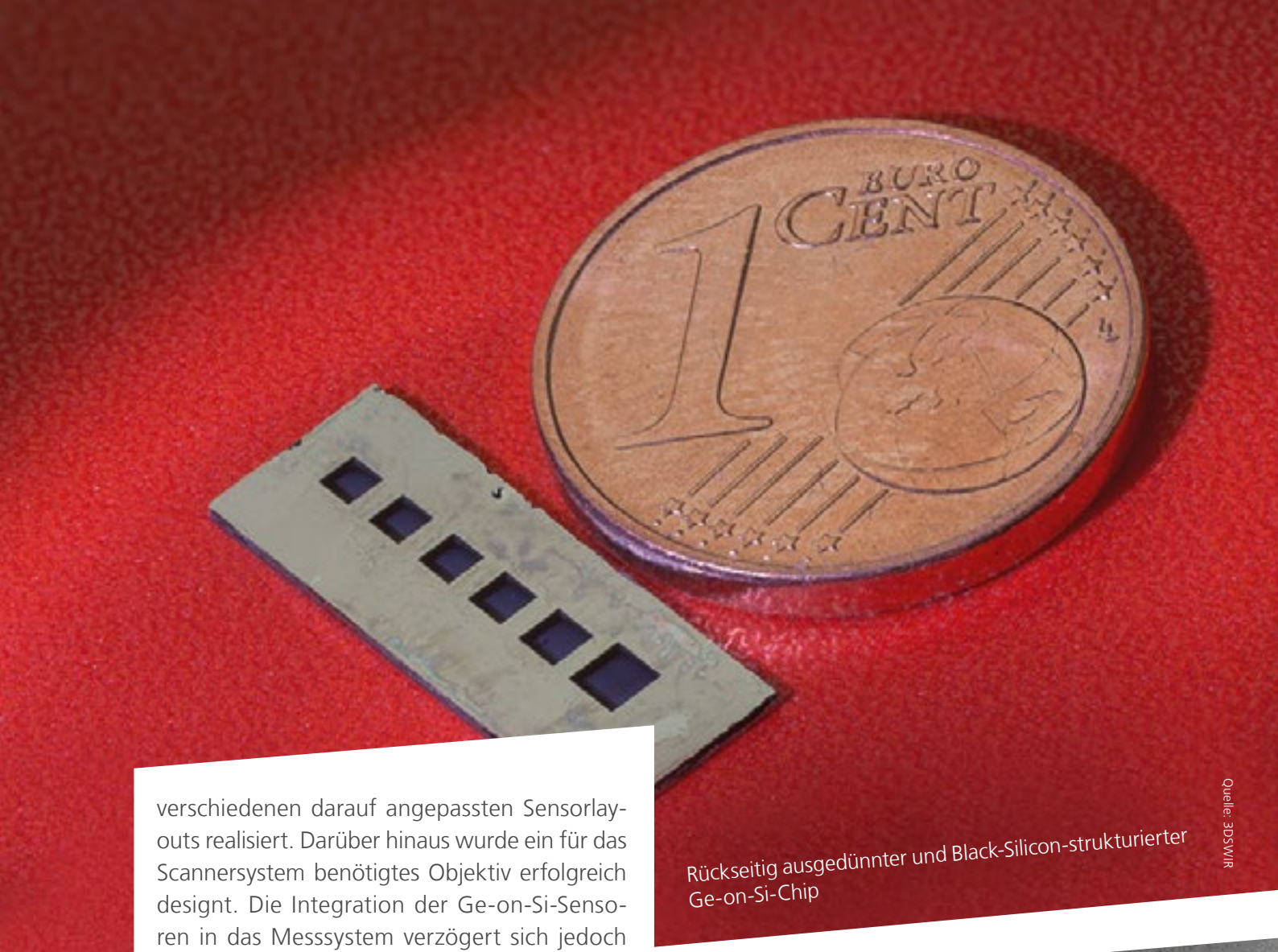
Aktueller Stand

Im Laufe des Projekts konnte eine stabile Prozesskette zur Herstellung von Photodiodenarrays auf Ge-on-Si-Basis mit Pixelbreiten bis zu 10 µm etabliert werden. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit wurden die Photodioden im Anschluss mit einer rückseitig hergestellten, optischen „Black-Silicon"-Einkoppelstruktur versehen. Die Photodioden wurden mithilfe eines von uns entwickelten Wafertesters sowohl elektronisch als auch optisch charakterisiert. Die erwünschte Empfindlichkeit von 0,3 A/W bei 1450 nm Wellenlänge wurde mit einem Wert von 0,27 A/W knapp verfehlt. Dies kann durch das geringe Absorptionsverhalten der uns vorliegenden epitaktischen Schichtstapel begründet werden. Die Herstellung weiterer Photodiodenarrays auf Basis qualitativ besserer Ge-on-Si-Schichtstapel ist daher bereits in Arbeit. Als kritisch erweist sich die Kontaktierung mehrdimensionaler Photodiodenarrays. Aufgrund der Vielzahl an Pixeln ist bei größeren Arrays eine Kontaktierung mittels Drahtbonden nicht realisierbar. Denkbar ist dagegen eine Lösung mittels „Flip-Chip-Bondings".

In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe „Hochdynamische 3D-Sensorik in erweiterten Spektralbereichen" konnte die Realisierung eines Beleuchtungssystems für das Musterprojektionssystem zur Gesichtsvermessung erfolgreich umgesetzt werden. Die Beleuchtungseinheit umfasst hierbei ein Hochleistungs-InGaAsP-LED-Array als Lichtquelle, einen Lichttrichter, eine Musterprojektionsmaske (GOBO-Rad) zur Erzeugung aperiodischer Sinusmuster sowie ein Projektionsobjektiv. Nach der Vermessung der zu verwendenden SWIR-Kameras mit QVGA-Auflösung gilt es nun, das Messsystem umfangreich zu testen.

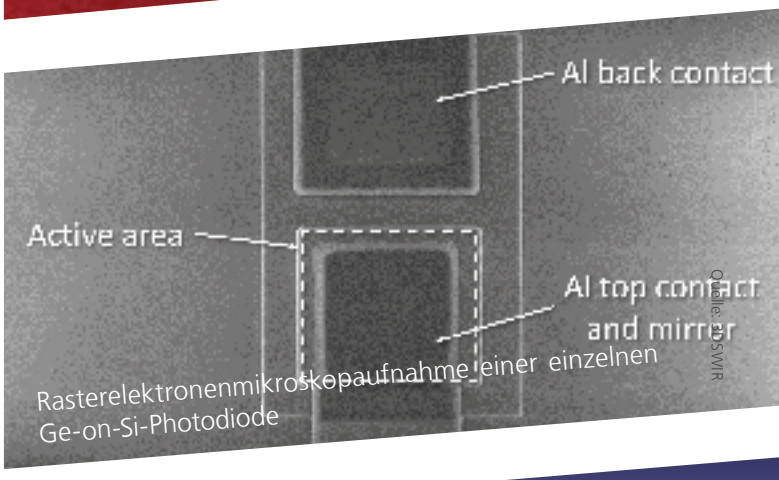
Für das in Kooperation mit der SICK AG angestrebte Time-of-Flight-Scannersystem wurden alle notwendigen Spezifikationen eingeholt und in

verschiedenen darauf angepassten Sensorlayouts realisiert. Darüber hinaus wurde ein für das Scannersystem benötigtes Objektiv erfolgreich designt. Die Integration der Ge-on-Si-Sensoren in das Messsystem verzögert sich jedoch aufgrund der bereits erwähnten Probleme mit den verwendeten Ge-on-Si-Schichtstapeln, soll allerdings zeitnah erfolgen.



Rückseitig ausgedünnter und Black-Silicon-strukturierter Ge-on-Si-Chip

Quelle: 3DSWIR



Rasterelektronenmikroskopaufnahme einer einzelnen Ge-on-Si-Photodiode

Quelle: 3DSWIR

OpticStudio-Model des für das Time-of-Flight-System designten Objektivs

Quelle: 3DSWIR

Beteiligte Partner

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Forschungsgruppe "Hochdynamische 3D-Sensorik in erweiterten Spektralbereichen"
Dr. Stefan Heist

SICK AG
Dipl.-Ing. Axel Jahn

Institut für Halbleitertechnik der Universität Stuttgart
Dr. Michael Oehme & Prof. Jörg Schulze

Publikationen

Zhang, Y., Chen, Y. N., Gross, H., Hartmann, P., & Reichel, S. (2018, June). Investigation of striae tolerance in optical system. In Optical Design and Engineering VII (Vol. 10690, p. 106900M). International Society for Optics and Photonics.

Hyper3D

HOCHDYNAMISCHE 3D-SENSORIK IN ERWEITERTEN SPEKTRALBEREICHEN

Hyperspektraler 5D-Sensor, bestehend aus zwei hyperspektralen Schnappschusskameras, einem GOBO-Projektor, der das Messobjekt mit zeitlich variierenden aperiodischen Sinus-Mustern beleuchtet, und einem Projektor, der die Szene homogen beleuchtet.

Quelle: Hyper3D

Problembeschreibung

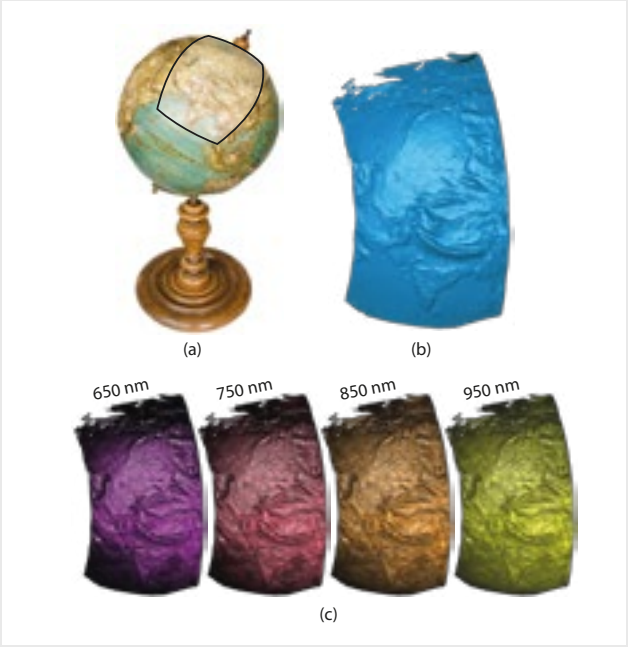
Die schnelle, genaue und berührungslose dreidimensionale Erfassung bewegter Objekte und Szenen ist eine elementare Aufgabe in unzähligen Anwendungsbereichen. Ein typischer Vertreter optischer 3D-Messverfahren ist die Musterprojektion. Dabei wird eine Musterfolge auf das diffus reflektierende Messobjekt projiziert und mit einer oder mehreren Kameras beobachtet. Die strukturierte Beleuchtung ermöglicht die Detektion korrespondierender Bildpunkte und die anschließende Rekonstruktion von Objektpunkten mittels Triangulation.

Üblicherweise wird für die Beleuchtung Licht im sichtbaren Spektralbereich verwendet. Durch den Wechsel in andere Spektralbereiche können Oberflächen, die im sichtbaren Bereich unkooperativ sind, messbar werden. Zudem eröffnen Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Spektrums Möglichkeiten zur Bestimmung sowohl der Oberflächenform als auch der spektralen Eigenschaften von Objekten.

Ziel des Vorhabens

Im Rahmen des Vorhabens wurde daher unter anderem ein Messsystem entwickelt, mit dem die Form (Koordinaten x, y, z) und die wellenlängenabhängige Reflexion $R(\lambda i)$ von makroskopischen Objekten als Funktion der Zeit t mit hoher Auflösung und Genauigkeit bestimmt werden kann. Mit einem Laboraufbau eines solchen hyperspektralen 5D-Sensors (Abb. rechts) konnte beispielsweise ein Relief-Globus aus dem Jahr 1885 im Spektralbereich zwischen 600 und 975 nm vermessen werden (Abb. ‚rechts oben). Neben der digitalen Dokumentation von Kunst- und Kulturgütern eignet sich das System unter anderem auch zur Pflanzenphänotypisierung oder zur Untersuchung des Eindringverhaltens von Licht in transluzente Objekte.

Die Entwicklung eines Hochgeschwindigkeits-3D-Thermografie-Sensors (Abb. rechts oben) sowie eines daran angepassten Kalibrierverfahrens ermöglichte die Untersuchung der Veränderung der Oberflächenform und gleichzeitig -temperatur extrem schneller Prozesse. So konnten zum Beispiel 3D-Thermogramme eines dribbelnden Basketballspielers, der Deformation eines Metallrohres und der Explosion eines Fahrerairbags (Abb. rechts unten) aufgenommen werden. Die Kombination aus Hochgeschwindigkeits-3D-Messung und -Thermografie erlaubt nicht nur ein besseres Verständnis derartiger Vorgänge, sondern auch Temperaturkorrekturen durch Berücksichtigung der Winkelabhängigkeit des Emissionsgrads sowie die Reduktion des Einflusses von Temperaturmessfehlern durch Reflexionen aus der Messumgebung.

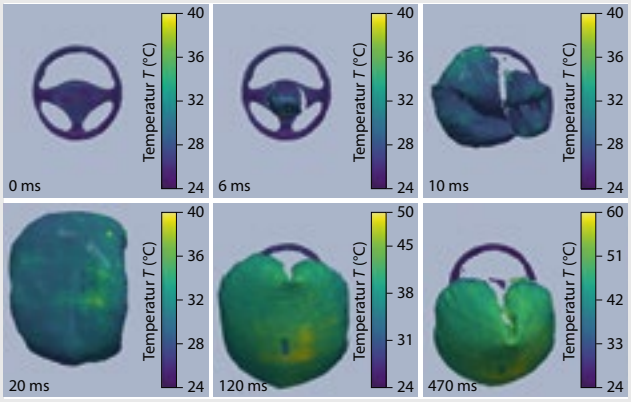


Quelle: Hyper3D

5D-Messung eines historischen Globus: (a) Foto des Globus mit markiertem Messbereich, (b) 3D-Oberflächenmodell mit künstlicher Blauschattierung, (c) 3D-Oberflächenmodell mit zugeordneten Intensitäten aus ausgewählten Spektralkanälen, die entsprechend ihrer Wellenlänge eingefärbt sind.

Quelle: Hyper3D

Hochgeschwindigkeits-3D-Thermografie-System, bestehend aus zwei VIS-Kameras, einer LWIR-Kamera und einem VIS-GOBO-Projektor.



Quelle: Hyper3D

3D-Thermogramme eines sich entfaltenden Fahrerairbags, die zu verschiedenen Zeiten erfasst wurden. Die Farbskala ändert sich mit steigender Temperatur des Airbags.

Im Rahmen umfangreicher Simulationen konnte das für die High-Speed-Musterprojektion in erweiterten Spektralbereichen entwickelte Prinzip der GOBO-Projektion aperiodischer Sinus-Muster optimiert werden. Mit dem erstellten Framework steht nun ein Werkzeug zur Verfügung, um für zukünftige GOBO-projektionsbasierte 3D-Messsysteme Masken zu designen, die zu optimalen 3D-Ergebnissen führen. Die Übertragbarkeit der simulierten Ergebnisse auf reale Sensoren wurde experimentell bestätigt.

Beteiligte Partner

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Institut für Angewandte Physik
Dr. Stefan Heist (Projektleiter)
Martin Landmann

3Dsensation-Nachwuchsgruppe
„Augensichere 3D-Messtechnik im SWIR“
Dr. Martin Steglich (Projektleiter)
David Schmelz
Yueqian Zhang

TU Ilmenau

Publikationen

S. Heist, P. Dietrich, M. Landmann, P. Kühmstedt, G. Notni & A. Tünnermann: „GOBO projection for 3D measurements at highest frame rates: a performance analysis“, *Light: Science & Applications* 7(1), 71 (2018).

S. Heist, C. Zhang, K. Reichwald, P. Kühmstedt, G. Notni & A. Tünnermann: „5D hyperspectral imaging: fast and accurate measurement of surface shape and spectral characteristics using structured light“, *Optics Express 26*(18), 23366–23379 (2018).

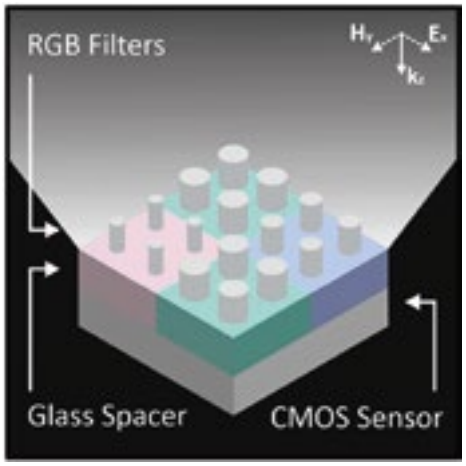
M. Landmann, S. Heist, A. Brahm, S. Schindwolf, P. Kühmstedt & G. Notni: „3D shape measurement by thermal fringe projection: optimization of infrared (IR) projection parameters“, *Proc.* SPIE 10667, 1066704 (2018).

S. Heist, P. Dietrich, M. Landmann, P. Kühmstedt & G. Notni: „High-speed 3D shape measurement by GOBO projection of aperiodic sinusoidal fringes: a performance analysis“, *Proc. SPIE* 10667, 1066704 (2018).

S. Heist, C. Zhang, K. Reichwald, P. Kühmstedt & G. Notni: „Generation and evaluation of hyperspectral 3D surface models based on a structured light system with hyperspectral snapshot mosaic sensors“, *Proc. SPIE* 10667, 1066704 (2018).

3Dtransform

TRANSFORMATIONSOPTIK FÜR MULTIDIMENSIONALE DETEKTION



Quelle: 3Dtransform

Schematische Darstellung von nanostrukturierten Farbfilterarrays für RGB Kameras.

Problembeschreibung

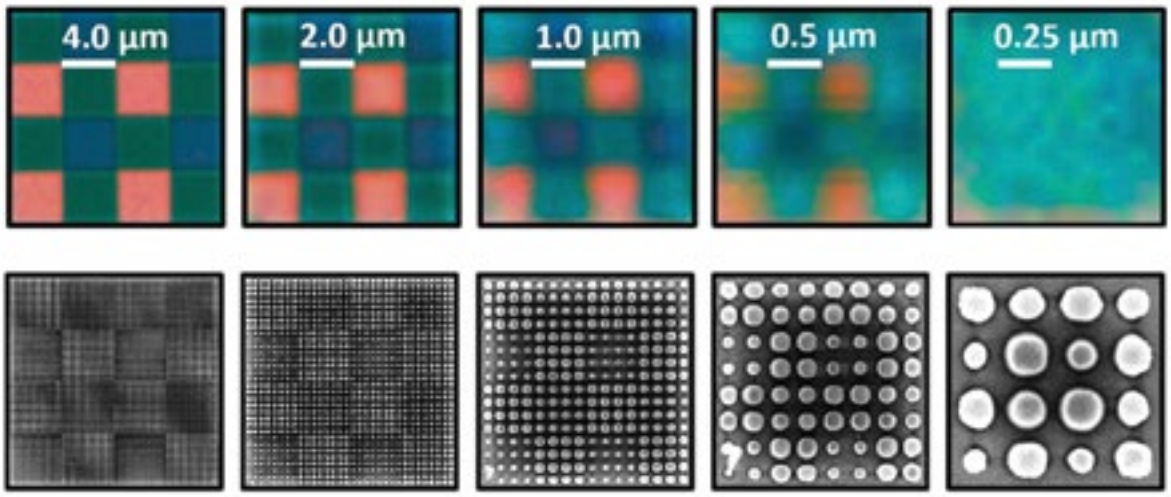
Ziel des Projekts 3Dtransform ist es, weitverbreitete Standard-Kamerasysteme, welche auf hochentwickelten zweidimensionalen CCD- oder –CMOS-Sensoren basieren, durch Verwendung spezifisch designter Optiken in ihrer Funktionalität zu verbessern oder zu erweitern. Damit können die hervorragenden Eigenschaften hochoptimierter Sensoren, wie hohe Auflösung, Empfindlichkeit und Signal-zu-Rausch-Verhältnis, optimal ausgenutzt werden.

Zur Realisierung dieser Vision nutzt das Projekt 3Dtransform optische Elemente, deren Funktionalität durch nanostrukturierte optische Oberflächen, bestehend aus deterministisch angeordneten resonanten Nanopartikeln, bestimmt wird. Damit kann einerseits die Phase des transmittierten Lichts, andererseits aber auch dessen transmittierte oder reflektierte Intensität in Abhängigkeit von den Lichteigenschaften wie Wellenlängen oder Polarisation kontrolliert werden.

Aktueller Stand

Die Kontrolle des Transmissionsspektrums erlaubte es, RGB-Farbfilterarrays für den Einsatz in Kamerasystemen zu realisieren. Dies ist schematisch in Abb. oben dargestellt. Die unterschiedlichen Farben werden dabei durch unterschiedliche Geometrien der verwendeten nanostrukturierten Oberflächen realisiert, z.B. durch unterschiedliche Durchmesser von Nanozylindern im Bereich 100-200 nm. Mit Hilfe dieses Ansatzes konnten RGB Farbfilterarrays mit sehr kleiner Periodizität realisiert werden, in den Mikroskopbildern in Abb. rechts oben sind noch bis zu einer Filtergröße von 500 nm RGB Farben zu erkennen. Diese Ergebnisse konnten in ACS Photonics publiziert werden (ACS Photonics 6, 1018 (2019), DOI: 10.1021/acsphotonics.9b00021).

Nanostrukturierte Oberflächen zur Phasenkontrolle wurden zu Implementierung optischer Elemente für dreidimensionale Bildgebung mit nur einer Kamera genutzt. Mit Hilfe dieser optischen Elemente konnte die in Abb. rechts unten links dargestellte Szene erfasst und die Abstände der unterschiedlichen Objekte gemessen werden. Diese ortsaufgelöst gemessenen Abstände sind in Abb. rechts unten dargestellt.

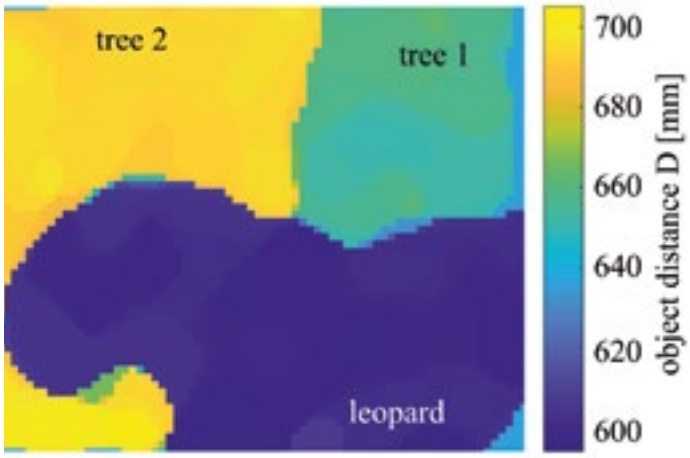


Quelle: 3Dtransform

Licht- (oben) und Elektronenstrahlmikroskopaufnahmen von realisierten Farbfilterstrukturen mit unterschiedlichen Filtergrößen.

Quelle: 3Dtransform

Szene mit Objekten in unterschiedlichen Abständen zur 3D-Vermessung.



Quelle: 3Dtransform

Gemessene Abstände der Objekte in der untersuchten Szene.

Projektbearbeitung

Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Abbe Center of Photonics
Dr. Frank Setzpfandt (Projektleiter)

HuBA

HUMAN BEHAVIOR ANALYSIS

Visualisierung von automatischer Landmarkenlokalisierung (grüne Punkte), Kopfposeschätzung (farbige Koordinatensysteme) und Intensitätsschätzung von Mimikbausteinen (Größe und Sättigung spiegeln geschätzte Intensität wieder; grün = Anheben der Mundwinkel, blau = Öffnen der Lippen, gelb = Heben der Augenbrauen, rot = Zusammenziehen der Augenbrauen)

Quelle: https://pxhere.com/en/photo/734262 (CC0 1.0 Lizenz) & HuBA

Problembeschreibung

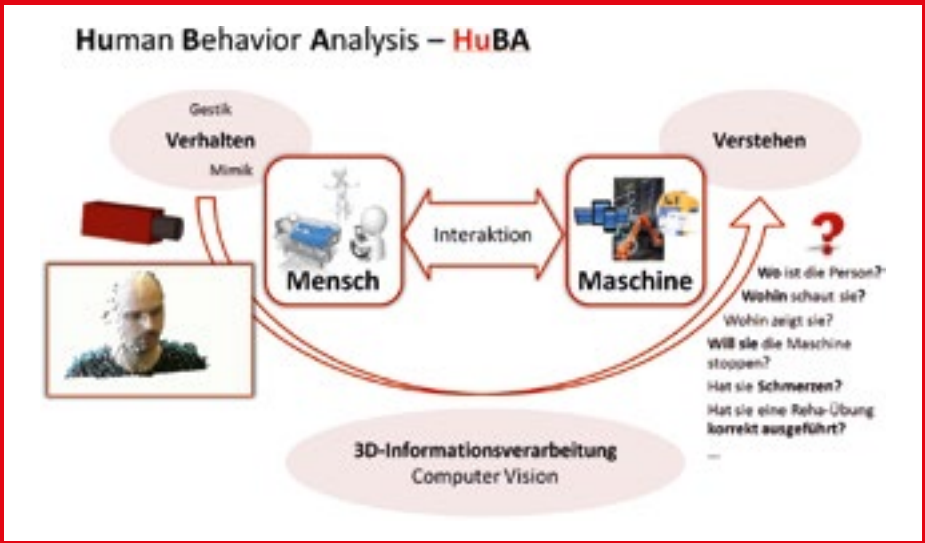
Die Allianz 3Dsensation verfolgt das Ziel, die Interaktion von Mensch und Maschine grundlegend zu verändern; die Interaktion soll natürlicher, intuitiver, sicherer und effizienter werden und sich an die Bedürfnisse und die Erfahrungen des Menschen anpassen. Wichtige Bestandteile dieser neuen Interaktion sind u.a. die berührungslose Bedienung von technischen Systemen mittels Gesten, sowie die Erkennung der Befindlichkeiten, der Aktivitäten und des Aufmerksamkeitsfokus des Nutzers. Hierfür muss das technische System das Verhalten des Menschen nicht nur sensorisch aufnehmen, sondern auch verstehen. D.h. 3D-Informationen müssen verarbeitet werden, um die Menschen darin zu lokalisieren, die Pose und Mimik abzuleiten und sie im zeitlichen Kontext bezüglich der jeweiligen Anwendung zu interpretieren.

Ziel des Vorhabens

Das Ziel der Nachwuchsforschungsgruppe „Human Behavior Analysis“ (HuBA) ist die Erforschung neuer und verbesserter Methoden der 3D-Informationsverarbeitung zum automatisierten Verstehen des menschlichen Verhaltens. Zum menschlichen Verhalten zählen wir hierbei alle äußerlich wahrnehmbaren Aktivitäten wie Körperhaltungen, Gesten und Mimiken, die bewusst oder unbewusst gezeigt werden. Anhand des Verhaltens soll auch auf eventuell zugrunde liegende Befindlichkeiten des Menschen geschlossen werden. Aufbauend auf unseren Vorarbeiten werden die Probleme der Verfahren im aktuellen Stand der Technik und Wissenschaft analysiert, es werden Lösungsansätze erarbeitet und experimentell an Benchmark-Datensätzen und prototypischen Online-Demonstratoren validiert.

Aktueller Stand

Bisherige Systeme zur Mimikerkennung sind nicht hinreichend robust gegenüber der Kopfpose und Teilverdeckungen des Gesichtes. Im Projekt wurden umfangreiche Untersuchungen zur Kopfpose-Problematik durchgeführt und eine Methode entwickelt, die aus der Bildebene gedrehte Köpfe frontalisiert, d.h. in frontale Ansichten überführt (siehe Abbildung). Diese Methode ermöglicht es auch mit überwiegend frontalen Datensätzen Mimikerkennungssysteme zu trainieren, die auf nicht frontal zur Kamera schauenden Gesichtern deutlich zuverlässiger funktionieren. Weitere Forschungen zur Verbesserung der Mimikerkennung bei Verdeckungen und durch die Nutzung von 3D-Informationen sind Arbeit. Im zweiten Forschungsschwerpunkt, der Körperpose- und Gestenerkennung, wurde ein neues 3D-basiertes



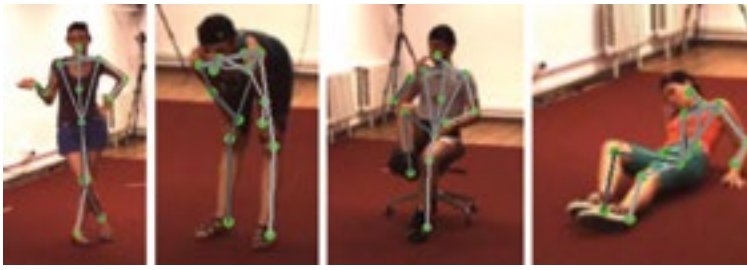
Quelle: HuBA & 3Dsensation

Arbeitsfeld der Nachwuchforschungsgruppe HuBA

Quelle: LFW Database & HuBA

Frontalisierung von Gesichtern zur Verbesserung der Kopfposeinvarianz bei der Mimikerkennung

Körperposeschätzverfahren entwickelt, das als Ausgangspunkt für weiterführende Arbeiten zur Verbesserung der Pose- und Gestenerkennung, sowie der Erkennung von komplexem Verhaltenskategorien dient.



Erste Ergebnisse zur 3D-Körperposeschätzung aus 2D Bildern

Quelle: Human3.6M Database (Ionescu et al., "Human3.6M: Large Scale Datasets and Predictive Methods for 3D Human Sensing in Natural Environments", TPAMI, 2014) & HuBA

Projektbearbeitung

Fachgebiet Neuro-Informationstechnik,
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Dipl.-Ing.-Inf. Philipp Werner (Projektleiter)

Publikationen

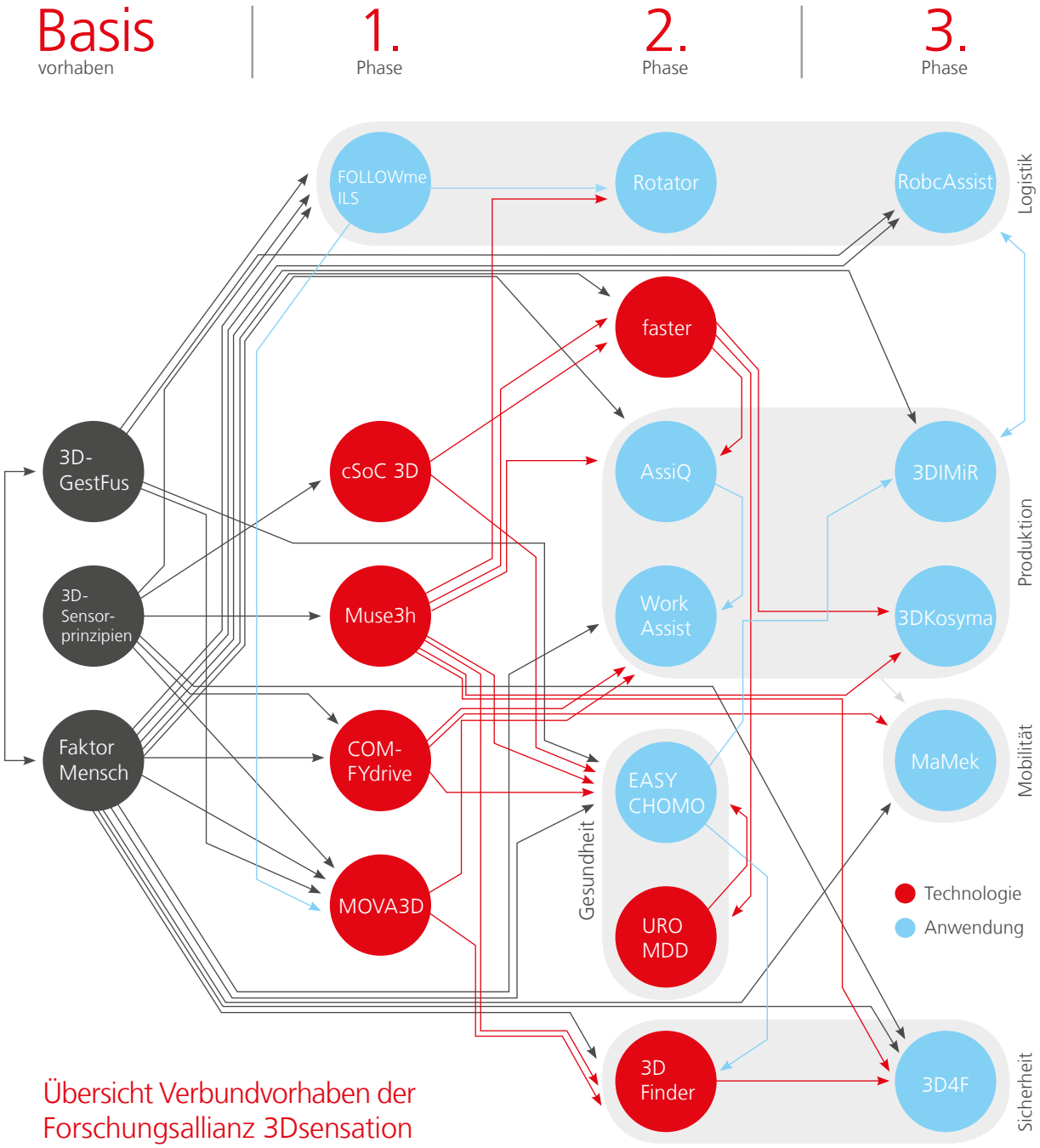
Philipp Werner, Frerk Saxen, Ayoub Al-Hamadi, Hui Yu, "Generalizing to Unseen Head Poses in Facial Expression Recognition and Action Unit Intensity Estimation", IEEE International Conference on Face and Gesture Recognition (FG), Mai 2019.

Sebastian Handrich, Philipp Waxweiler, Philipp Werner, Ayoub Al-Hamadi, "3D Human Pose Estimation Using Stochastic Optimization in Real Time", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2018.

Kennzahlen

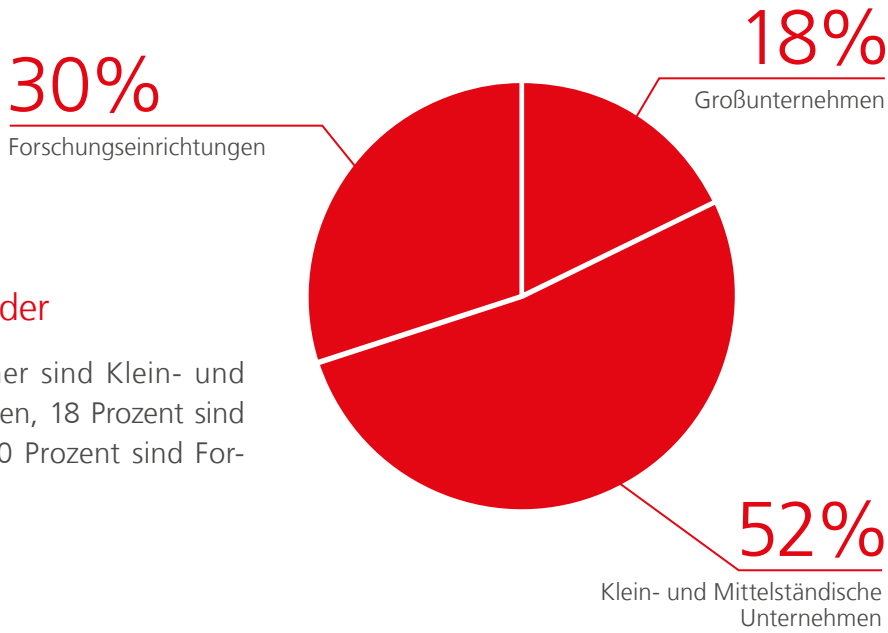
Die Forschungsallianz 3Dsensation ist charakterisiert durch Interdisziplinarität und eine stark heterogene Konsortialstruktur mit aktuell 87 industriellen und akademischen Partnern. (Hinweis: die jeweiligen Fraunhofer-Institute und die Fakultäten der Universitäten zählen getrennt.)

Die Koordinierungsstelle 3Dsensation erhebt alle projektrelevanten Kennzahlen der Allianz.



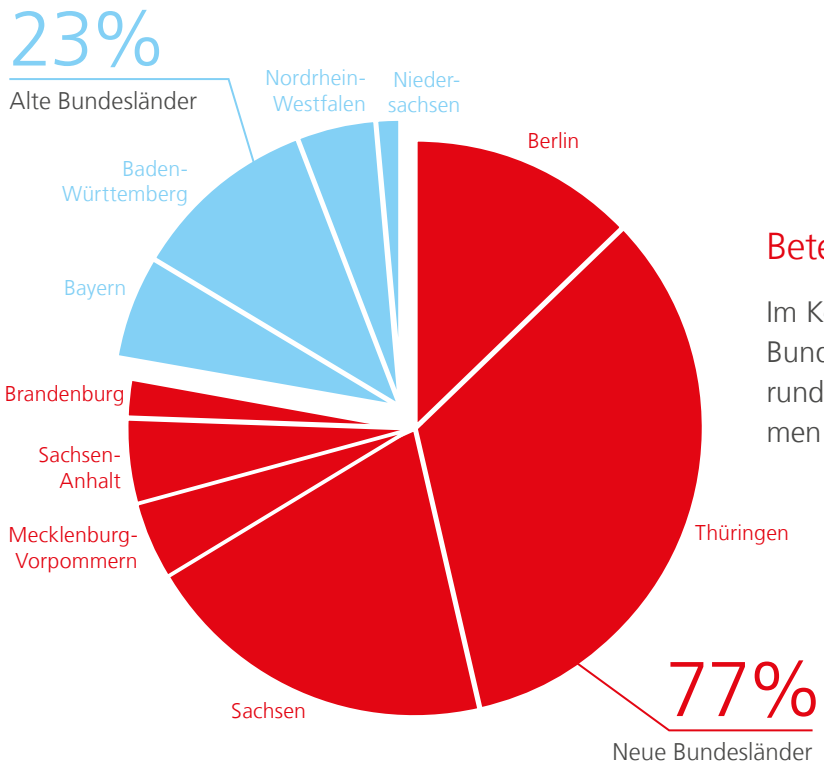
Übersicht Verbundvorhaben der Forschungsallianz 3Dsensation

100%	80%	56%	100%
Technologie	Technologie	Technologie	Technologie



Kategorie der Mitglieder

52 Prozent unserer Partner sind Klein- und Mittelständige Unternehmen, 18 Prozent sind Großunternehmen und 30 Prozent sind Forschungseinrichtungen.



Beteiligung der Bundesländer

Im Konsortium sind 77 Prozent neue Bundesländer vertreten, davon sind rund 33 Prozent Thüringer Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Förderprogramm Zwanzig20
Partnerschaft für Innovation

Mit dem Förderprogramm »Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation« verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Ziel, die in ganz Ostdeutschland diversifizierten wissenschaftlichen, technologischen und unternehmerischen Kompetenzen zusammenzuführen. Durch interdisziplinäre und transsektorale Vernetzung sollen so tragfähige überregionale und international sichtbare Innovationsstrukturen entstehen. Dabei stehen vor allem volkswirtschaftlich und gesellschaftlich bedeutsame Herausforderungen im Vordergrund. Die beteiligten Unternehmen sollen dadurch befähigt werden, sich mit neuen Produkten und Dienstleistungen als Leitanbieter positionieren zu können. Für mittelständische Unternehmen bieten die Zwanzig20 Konsortien neue Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke. Die Allianz 3Dsensation ist eines der zehn seit 2013 geförderten Zwanzig20-Konsortien.

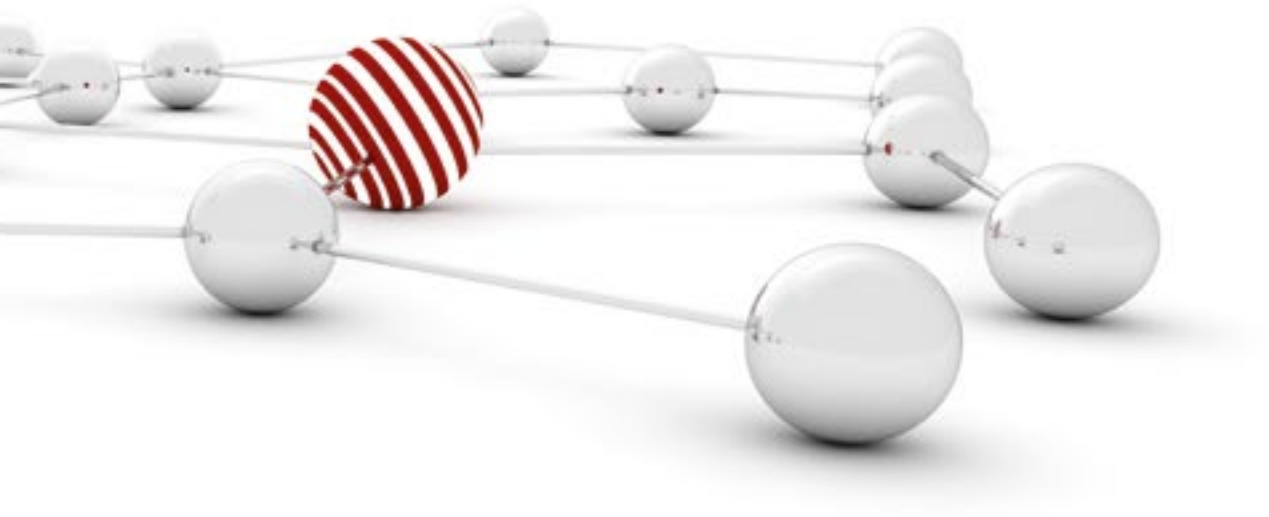
https://www.unternehmen-region.de/de/7647.php

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

zwanzig20 PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

UNTERNEHMEN REGION



Quelle für das Titelbild: Fraunhofer IOF

3Dsensation

Impressum

Koordinierungsstelle 3Dsensation
c/o Fraunhofer-Institut für
Angewandte Optik und Feinmechanik
Albert-Einstein-Straße 7
07745 Jena

Telefon: +49 3641 807-257
Telefax: +49 3641 807-600
E-Mail: projekte@3D-sensation.de
www.3D-sensation.de

Redaktionsschluss: August 2019

www.3D-sensation.de

Koordinierungsstelle Allianz 3Dsensation
c/o Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik
Albert-Einstein-Straße 7
07745 Jena