



[Jun.-Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich // Health Robotics and Automation (HERA)]

Franziska Mathis-Ullrich ist Juniorprofessorin für Medizinische Robotik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und leitet dort die Gruppe für „Health Robotics & Automation“ (HERA). Ihr Forschungsschwerpunkt liegt auf minimal-invasiven und kognitiv gesteuerten Robotersystemen und eingebettetem maschinellem Lernen mit Schwerpunkt auf Anwendungen in der Chirurgie. Sie erwarb ihren B.Sc. und M.Sc. in Maschinenbau und Robotik in den Jahren 2009 und 2012 und promovierte 2017 in der Mikrorobotik an der ETH Zürich. Seit 2019 ist sie Juniorprofessorin am KIT.

Jun.-Prof. Mathis-Ullrich ist Vizepräsidentin der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie (CURAC) und erhielt den IEEE ICRA Best Paper Award in Medical Robotics (2014), den IEEE BioRob Best Student Paper Award (2016) und gewann mit ihrem Team zweimal den ersten Preis der ICRA Microassembly Challenge (2014 & 2015). Zudem erhielt Sie 2019 den NEO Innovationspreis der TechnologieRegion Karlsruhe. Außerdem schaffte sie es auf die renommierte Forbes-Liste der „30 unter 30“ (2017).

// Überblick und Allgemeines

Das Labor für Health Robotics and Automation (HERA) ist ein Forschungslabor innerhalb des Instituts für Anthropomatik und Robotik (IAR) am KIT und wurde 2019 gegründet. Forschungsschwerpunkte beinhalten die minimal-invasive Medizinroboter, sowie robotergestützte Diagnose und Chirurgie. Darüber hinaus untersucht das Labor das Potenzial neuartiger Softroboter und Mikroroboter für Anwendungen in der Medizin und unter-

sucht maschinelle Lernmethoden für medizinische Anwendungen.

// Projekte und Erfolge

Der zunehmende Einsatz von Telemanipulatoren und Robotern hat die chirurgische Praxis in den letzten Jahren stark verändert. Präzise steuerbare Instrumente und integrierte Sensorik ermöglichen minimal-invasive Operationen und liefern dem medizinischen Personal zusätzliche – oft aufbereitete – Informationen. Um den derzeitigen Stand der Technik von Chirurgierobotern mit starren Instrumenten zu erweitern, werden neuartige steuerbare und flexible robotische Instrumente untersucht. Diese nachgiebigen robotischen Instrumente ermöglichen es, mit hoher Präzision durch den Körper und um Hindernisse herum zu navigieren und gleichzeitig das Risiko von Gewebeschäden zu reduzieren. Unabhängig von ihrer kinematischen Struktur wird die nächste Generation von Operationsrobotern von menschlichen Experten und medizinischen Daten lernen. Dies ebnet den Weg für kontextsensitive, kognitiv lernende Roboter, die ihre Umgebung wahrnehmen, von Chirurginnen lernen und (semi-)autonom bei chirurgischen Eingriffen assistieren, um so eine Kooperation mit menschlichen Chirurgen ermöglichen.

Um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen, konzentriert sich die Forschung am HERA auf drei Themen: Erstens nutzen wir verschiedene Methoden des maschinellen Lernens, um lernende Software für die kognitiv gesteuerte Roboterasistenz während der Operation bereitzustellen. Zweitens untersuchen wir neuartige minimal-invasive robotische Instrumente mit integrierter Sensorik, um inhärent sichere, agile und intelligente chirurgische Instrumente bereitzustellen. Drittens erforschen wir effektive Mensch-Maschine-Schnittstellen im Kontext der Chirurgie, die intuitiv sind und die benötigten Informationen zum richtigen Zeitpunkt bereitstellen.

In Kooperation mit der Hochschule Reutlingen (Prof. Burgert) erreichten wir die Top 10-Bestenliste bei der RSNA-ASNR-MICCAI Brain Tumor Segmentation Challenge (BraTS 2021) mit mehr als 2000 teilnehmenden Teams weltweit.

Zudem kooperieren wir eng mit medizinischen Experten der Universitätskliniken Heidelberg und Ulm/Günzburg, dem Städtischen Klinikum Karlsruhe, dem Fraunhofer IPA (Mannheim), sowie dem Zeiss Innovation Hub @ KIT.

// Ausgewählte Publikationen

Peikert, S., Kunz, C., Fischer, N., Hlavac, M., Pala, A., Schneider, M., Mathis-Ullrich, F., Automated Linear and Non-Linear Path Planning for Neurosurgical Interventions, In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2022) (Philadelphia, May 2022)

Philipp, M., Alperovich, A., Gutt-Will, M., Mathis, A., Saur, S., Raabe, A., Mathis-Ullrich, F., Dynamic CNNs using un-



certainty to overcome domain generalization for surgical instrument localization, IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2022, pp. 3612–3621.

Marzi, C., Alagi, H., Rau, O., Hampe, J., Korvink, J. G., Hein, B., Mathis-Ullrich, F., Capacitive Proximity Sensor for Non-Contact Endoscope Localization, In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2022) (Philadelphia, May 2022)

Karstensen, L., Ritter, J., Hatzl, J., Pätz, T., Langejürgen, J., Uhl, C., Mathis-Ullrich, F., Learning-Based Autonomous Vascular Guidewire Navigation without Human Demonstration in the Venous System of a Porcine Liver, Int J CARS (2022). <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02646-8>

Zeineldin, R.A., Karar, M.E., Mathis-Ullrich, F., Burgert, O. (2022). Ensemble CNN Networks for GBM Tumors Segmentation Using Multi-parametric MRI. In: Crimi, A., Bakas, S. (eds) Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries. BrainLes 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12962. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08999-2_41

// Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Verwaltungspersonal

Elke Franzke
Stephanie Glinka
Nina Maizik
Francesca Morreale

Wissenschaftliches Personal

M.Sc. Nikola Fischer
M.Sc. Balasz Gyenes
M.Sc. Lennart Karstensen
Dr.-Ing. Christian Kunz
M.Sc. Christian Marzi
M.Sc. Nevin Musula
M.Sc. Steffen Peikert
M.Sc. Markus Philipp
M.Sc. Paul M. Scheikl
M.Sc. Ramy Zeineldin

Technisches Personal

Jean-Marie Teikitohe

// Website

hera.iar.kit.edu/