

Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik

Jahresbericht 2022



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Kroll
Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik
Institute for System Analytics and Control
Fachbereich Maschinenbau
Universität Kassel
Mönchebergstr. 7
34125 Kassel
Tel. +49 561 804-2758
E-Mail: office@mrt.uni-kassel.de
www.uni-kassel.de/fb15/mrt
www.instagram.com/mrt_unikassel



U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

Sehr geehrte Freunde und Geschäftspartner des Fachgebietes Mess- und Regelungstechnik!

Zum Jahresende möchten wir Sie gerne über einige Aktivitäten im Jahr 2022 informieren.

Forschung

Im von der Europäischen Union und dem Land Hessen geförderten Projekt *Digital Twin of Injection Molding (DIM)* wurden zusammen mit dem Fachgebiet für Kunststofftechnik datengetriebene Modelle für die Bauteilqualitätsprognose und die optimale Betriebspunkteinstellung von Spritzgießmaschinen entwickelt. Das Besondere ist, dass Qualitätsparameter wie Bauteilgewicht und -abmessungen für das Ergebnis jedes Fertigungszyklus zu präzisieren sind, also ein Endwertprognoseproblem zu lösen ist. Hierfür wurden verschiedene Methoden des Maschinellen Lernens untersucht. An einer Spritzgießmaschine wurde das entwickelte Verfahren erfolgreich demonstriert (siehe Titelfoto vom Projektabschlusstreffen).

Im nun abgeschlossenen Verbundprojekt *Digitalisierung in der Werkstofftechnik* wurde der Einsatz datengetriebener Modellierungsverfahren für die additive Fertigung untersucht. Aus den Erfahrungen ging ein DFG-Antrag zur Echtzeit-Thermografie-Messung sowie ein Folgeprojekt hervor, in dem die lineare, verteilt-parametrische Modellbildung nichtlinear erweitert und die Bauteilkomplexität erhöht wird.

Das DFG-Projekt zur *Prognose der Randschichtzustände bei der spanenden Fertigung* wurde abgeschlossen. Erkannte Defizite des beim Projektpartner eingesetzten mikromagnetischen Messsystems für die Bauteileigenschaften führte zu einem Folgeprojekt, in dem bessere Kalibriermodelle aus den Messdaten erstellt werden sollen.

Im Verbundprojekt zur *Echtzeitprädiktion von Beton-eigenschaften* während der Beton-Herstellung wurde das Technikum des Projektpartners mit Sensorik und Messdatenerfassungssystem nachgerüstet. Parallel zur seit Monaten beim Partner laufenden Versuchskampagne, werden Machine-Learning-Verfahren zur

Eigenschaftsprognose mittels Benchmark-Datensätzen vergleichend auf Ihre Eignung für die spezielle Prognoseaufgabe untersucht. Von besonderem Interesse sind Ensemble-Regressions-Verfahren.

Im Verbundprojekt zur Entwicklung einer *smarten Methan-Messdrohne* wurde erfolgreich ein Prototyp realisiert und getestet. Eigenschaften des Systems wie die Positioniergenauigkeit der Drohne oder die messtechnischen Eigenschaften des laser-basierten Methan-Sensors wurden evaluiert. Mit dem Prototyp können Gaskonzentrationskarten automatisch erstellt, visualisiert und Detailmessungen angestoßen werden. Zukünftig werden u.a. weitere smarte Funktionen eine Rolle spielen, die bspw. die Flugsteuerung und die Messplanung gleichzeitig situativ anpassen.



Im neuen Verbundprojekt *GeoKa!* mit einem Infrarotkamerahersteller wird der Size of Source Effekt (SSE) in der Thermografie untersucht. Letzterer bedeutet, dass die gemessene Temperatur von der Größe des Messobjektes abhängt. Das Projektziel besteht insbesondere darin, werkseitig den SSE bei der Infrarot-Kamera-Kalibrierung bestmöglich für jede einzelne Kamera mit wirtschaftlich darstellbarem Aufwand zu kompensieren.

Lehre

Nach Corona-geprägten Jahren hat sich die Lehre im Sommersemester 2022 und im Wintersemester 2022/23 wieder normalisiert. Insgesamt zeichnet sich ein spürbarer Rückgang an Maschinenbau- und Mechatronik-Studienanfängern ab. Um Studierende zeitge-

mäß zu erreichen, hat das Fachgebiet MRT einen eigenen Instagram Account eingerichtet: mrt_unikassel

Die neue englischsprachige Mastervorlesung „Machine Learning 4 Engineers“ wurde gut angenommen. Dabei wurde sie insbesondere von Gaststudierenden frequentiert und nicht wie bei der Konzeption angedacht von lokalen Studierenden zur Aneignung von Fachkenntnissen bei gleichzeitiger Vertiefung der englischen Sprachkenntnisse.

Infrastruktur

Unser neuer multifunktionaler Collaborative Working Space ging in Betrieb. Er ist Besprechungs- und Video-Konferenzraum, Treffpunkt sowie Rückzugsraum in einem, wie folgendes Foto illustriert.



Team & wissenschaftlicher Nachwuchs

Matthias Kahl und Sebastian Schramm verließen das Fachgebiet im Laufe des Jahres, Matthias Himmelsbach bereits direkt zu Beginn. Dadurch ging die Mitarbeit im GMA FA 8.14 „Strahlungsthermometrie und Thermografie“ an Dr. Robert Schmoll über.

Drei neue wissenschaftliche Mitarbeiter haben 2022 Ihre Arbeit im Fachgebiet begonnen: Herr Guilherme da Fonseca Pereira hat direkt aus Brasilien zu uns ins Fachgebiet gewechselt und arbeitet im Gebiet der dynamischen Modellierung und Regelung additiver Fertigungsprozesse. Herr Goran Jelicic, Ph.D., arbeitet an der regelungsorientierten Modellbildung für Problemstellungen der biologischen Transformation

in der Werkstofftechnik. Herr Miguel David Méndez Bohórquez bearbeitet das neue Kooperationsprojekt zum Size of Source Effekt in der Thermografie. Eine weitere Stelle im Bereich der Charakterisierung von für die Thermografie wichtiger optischer Oberflächeneigenschaften ist derzeit ausgeschrieben.

Vorträge

Das Fachgebiet organisierte drei Gastvorträge im Rahmen des VDI-Arbeitskreises Mess- und Regelungstechnik unter Leitung von Prof. Kroll: „Globale Optimierung mit Metaheuristiken“ (Prof. Rudolph, Techn. Univ. Dortmund), „Robuste Modellbildung, Regelung und Zustandsschätzung für Hochtemperatur-Brennstoffzellen auf Basis mengenbasierter und stochastischer Ansätze zur Unsicherheitsbeschreibung“ (Prof. Rauh, Univ. Oldenburg) und „Grundprinzipien der IT-Sicherheit in cyber-physischen Systemen“ (Dr. Lauer, Fraunhofer SIT).

Internationalisierung

Im Juni besuchte eine 15-köpfige DAAD-Studierendengruppe der Universidad Nacional de Colombia das Fachgebiet. Teil des Besuchs war eine Exkursion zur SCHMIDTSCHESCHACK ARVOS GmbH, Werk Kassel, wo folgendes Foto entstand.



Veröffentlichungen

Zu den 2022 erschienenen Veröffentlichungen des Fachgebiets zählen unter anderem:

Kahl et al. Investigation of processing windows in additive manufacturing of AlSi10Mg for faster production utilizing data-driven modelling. Additive Manufacturing 55, 102858.

Rehmer et al. A Deep Recurrent Neural Network model for affine quasi-LPV System identification. Preprints 20th European Control Conference (ECC), London.

Rezazadeh et al. Predicting the compressive strength of concrete up to 28 days ahead: Comparison of machine learning algorithms on benchmark datasets. Proc. 32. Workshop Computational Intelligence, Berlin.

Schmoll et al. Method and Experimental Investigation of Surface Heat Dissipation Measurement using 3D Thermography. Journal of Sensors and Sensor Systems (JSSS), Vol. 11, pp. 41–49.

Schramm et al. Compensating the Size-of-Source Effect: Relationship between the MTF and a Data-Driven Convolution Filter Approach. 16th Quantitative InfraRed Thermography Conference (QIRT), Paris.

Studentische Arbeiten

Zu den 2022 abgeschlossenen Arbeiten gehören u.a.:

Schulz. Charakterisierung messtechnischer Eigenschaften und Untersuchung zur Eignung für großräumige Scanaufgaben eines TDLAS-basierten Messgerätes. Bachelorarbeit.

Méndez Bohórquez. Integration of a Novel 3D Camera into a 3D Thermal Imaging System. Internship.

Rabe. Zur Erkennung von Cyber-Attacken auf Anlagen: Lineare Zustandsraummodellbasierte Methoden und Anwendungskonzept für Modellfabrik μ Plant. Seminararbeit.

Prof. Kroll und sein Team wünschen allen Freunden und Geschäftspartnern des FG Mess- und Regelungstechnik besinnliche Feiertage sowie Gesundheit und Erfolg für das Jahr 2023. Bleiben Sie gesund und lassen Sie Ihren Blick auf dem Guten ruhen in diesen schwierigen Zeiten.