

Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik

Jahresbericht 2021

```
class MLP():
    """
    Implementation of a single-layered Feedforward Neural Network.
    """
    def __init__(self, dim_u, dim_out, dim_hidden, name):
        """
        Initialization procedure of the Feedforward Neural Network Architecture
        """
        Parameters
        -----
        dim_u : int
            Dimension of the input, e.g. dim_u = 2 if input is a 2x1 vector
        dim_out : int
            Dimension of the output, e.g. dim_out = 3 if output is a 3x1 vector.
        dim_hidden : int
            Number of nonlinear neurons in the hidden layer, e.g. dim_hidden=10,
            if NN is supposed to have 10 neurons in hidden layer.
        name : str
            Name of the model, e.g. name = 'InjectionPhaseModel'.

        Returns
        -----
        None.
        """
        self.dim_u = dim_u
        self.dim_hidden = dim_hidden
        self.dim_out = dim_out
        self.name = name
        self.initialize()
```

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



U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

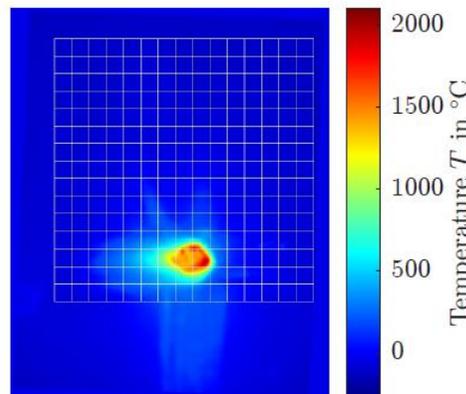
Sehr geehrte Freunde und Geschäftspartner des Fachgebietes Mess- und Regelungstechnik!

Zum Jahresende möchten wir Sie gerne über einige Aktivitäten im Jahr 2021 informieren.

Forschung

Das Kooperationsprojekt Digital Twin of Injection Molding (DIM) wird seit diesem Jahr von der Europäischen Union und dem Land Hessen gefördert. Zusammen mit dem Fachgebiet für Kunststofftechnik wird mittels maschinellem Lernen ein Digitaler Zwilling einer Spritzgießmaschine erstellt. Diesen nutzend soll eine optimale Steuertrajektorie zur Erreichung gewünschter Bauteileigenschaften berechnet werden. Derzeit werden spezielle Neuronale Netze zur Modellierung des dynamischen Batch-Prozesses trainiert.

Im Verbundprojekt zur Digitalisierung in der Werkstofftechnik wird der Einsatz datenbasierter Modellierungsverfahren für die additive Fertigung untersucht. Hierzu wurden mit einer Infrarotkamera Thermografie-Messungen während eines Laserpulverauftrags-schweißprozesses durchgeführt. Für diese Messwerte wurden erste Modelle zur Prädiktion der orts- und zeitabhängigen Temperaturentwicklung identifiziert. Später sollen die Modelle zur Temperaturführung des Prozesses verwendet werden.



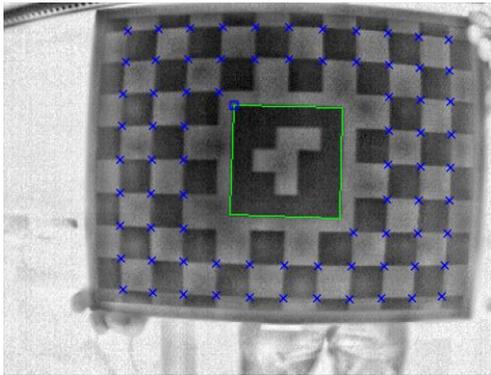
Beispiel-Thermogramm Laserpulverauftragsschweißen

Im DFG-Projekt zur Prognose der Randschichtzustände bei der spanenden Fertigung wurde vom Kooperationspartner eine aufwändige neue Versuchskampagne abgeschlossen. Auf den nun vorliegenden Datensatz, der erstmalig alle Randschichtgrößen enthält, wurden die entwickelten Methoden zur datenbasierten Modellbildung mit quantisierter Unsicherheit angewendet und weiterentwickelt.

Im Herbst startete ein Verbundprojekt zur Echtzeitprädiktion von Betoneigenschaften während der Herstellung. Zielgröße ist die Druckfestigkeit nach 28 Tagen. So sollen Qualitätsprobleme bereits im laufenden Prozess erkannt und Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden. Als Grundlage zur Datengewinnung für die Modellbildung mittels maschinellem Lernen wird aktuell ein Technikum nachinstrumentiert und ein Messdatenerfassungssystem implementiert. Da die Versuche aufwendig und langwierig sind (die Druckfestigkeit kann erst 28 Tage nach Probenherstellung zerstörend ermittelt werden), müssen spezielle Modellierungsmethoden für spärliche Datenbasen eingesetzt werden.

Anfang des Jahres startete ein neues Verbundprojekt zur Entwicklung einer smarten Methan-Messdrohne. Dabei wird laserbasierte Gasmessstechnik eingesetzt und Verfahren zur intelligenten Befliegung und Vermessung von Gasanlagen zwecks Quantifizierung konkreter Methanemissionen werden entwickelt. Aktuell sind Hardwareaufbau und Softwareintegration in vollem Gange.

Im Bereich der Thermografie wurde eine Toolbox zur multispektralen geometrischen Kamerakalibrierung (vom Visuellen bis in das langwellige Infrarot) entwickelt, implementiert und öffentlich auf [github](https://github.com) zur Verfügung gestellt. Desweiteren wurden multispektrale Kalibriertargets weiter optimiert, indem ArUco-Marker als Referenz verwendet werden und dadurch das Target nicht vollständig im Bild sichtbar sein muss.



IR-Kalibriertarget mit ArUco-Marker

Lehre

Die Lehre fand im Sommersemester Corona-bedingt online statt, nur die Praktika erfolgten präsent. Im laufenden Wintersemester bietet das Fachgebiet MRT alle Veranstaltungen präsent unter 3G Bedingungen an. Eine neue englischsprachige Mastervorlesung „Machine Learning 4 Engineers“ wurde entwickelt.

Team & wissenschaftlicher Nachwuchs

Drei neue wiss. Mitarbeiter haben 2021 Ihre Arbeit im Fachgebiet begonnen: Herr Lars Kistner bearbeitet das Methan-Messdrohnenprojekt, Herr Farzad Rezazadeh das Beton-Projekt und Herr Zhe Shen erforscht den Einsatz des maschinellen Lernens für die Auswertung von Infrarot-Kamerabildern. Für seine zuvor im Fachgebiet MRT absolvierte Masterarbeit „Gaußsche Prozessmodelle für nicht-lineare Regression und Systemidentifikation: Potentialanalyse für spanende Fertigungsprozesse und verfahrenstechnische Prozesse“ erhielt Herr Kistner den „Runners-Up Award“ des GMA Fachausschusses Computational Intelligence.

Es gab drei erfolgreiche Disputationen von Mitarbeitern des Fachgebiets: Herr David Leonardo Arengas Rojas verteidigte seine Dissertation: „On the detection and selection of informative subsequences from large historical data records for linear system identification“, Herr Johannes Rangel: „Automatic 3D visualization and tracking of gaseous organic

volatile compound emissions by means of spatial gas imaging stereo system“, Herr Sören Dierks: „Zur fernmesstechnischen Quantifizierung von Methanleckagen in Biogasanlagen mittels Sensordatenfusion infrarotoptischer Messsysteme“.

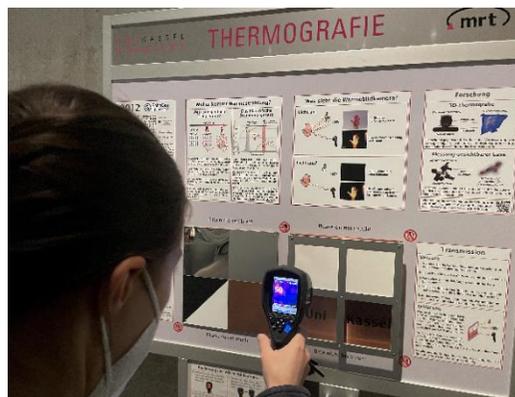
Unser Masterand Phil Osterhold erhielt den Förderpreis der IHK Kassel-Marburg für seine Abschlussarbeit: „Echtzeitfähige Erstellung großer 3D-Thermogramme mittels verbesserter Modellierungsalgorithmen“.

Internationalisierung

Der Kooperationsvertrag zwischen der Univ. Kassel und der Universidad Nacional de Colombia wurde unter unserer Federführung um 3 Jahre verlängert.

Die Universität Kassel wird 50

Die Universität Kassel nahm am 26.10.1971 ihren Lehrbetrieb auf. Unser Fachgebiet beteiligte sich an den Aktionen zum 50. Jubiläum mit einem interaktiven Thermografie-Exponat für eine Sonderausstellung im Stadtmuseum sowie mit einer Demonstration unserer Modellfabrik μ Plant.



Thermografie-Exponat für Museums-Sonderausstellung

Veröffentlichungen

Zu den 2021 erschienenen Veröffentlichungen des Fachgebiets zählen unter anderem:

Dierks et al. Remote quantification of methane leaks in the laboratory and in biogas plants. *International Journal of Remote Sensing* 42 (20).

Rangel et al. On Evaluating deep-learning-based Optical Flow Methods for Gas Velocity Estimation with Optical Gas Imaging Cameras. *SPIE Conference*.

Schramm et al. Combining Modern 3D Reconstruction and Thermal Imaging: Generation of Large-Scale 3D Thermograms in Real-Time. *Quantitative InfraRed Thermography Journal*.

Himmelsbach et al. On optimal test signal design and parameter identification schemes for dynamic Takagi-Sugeno fuzzy models using the Fisher information matrix. *Int. Journal of Fuzzy Systems*.

Kahl et al. Identification of a Spatio-Temporal Temperature Model for Laser Metal Deposition. *Metals*.

Wittich et al. Evaluation of methods for feasible parameter set estimation of Takagi-Sugeno models for nonlinear regression with bounded errors, at - Automatisierungstechnik 69 (10).

Studentische Arbeiten

Zu den 2021 abgeschlossenen Arbeiten gehören unter anderem:

Neumann. Zur Identifikation von 2D-Temperaturfeldern bei der additiven Fertigung, Masterarbeit.

Kistner. Gaußsche Prozessmodelle für nichtlineare Regression und Systemidentifikation: Potentialanalyse für spanende Fertigungsprozesse und verfahrenstechnische Prozesse. Masterarbeit.

Redding. Winkelabhängige Emissionsgradermittlung mittels Infrarotstrahlungsquellen. Bachelorarbeit.

Geiser. Emissionsgradermittlung von Oberflächen mittels Thermoreflektometrie. Semesterarbeit.

Prof. Kroll und sein Team wünschen allen Freunden und Geschäftspartnern des FG Mess- und Regelungstechnik besinnliche Feiertage sowie Gesundheit und Erfolg für das Jahr 2022. Bleiben Sie gesund und lassen Sie Ihren Blick auf dem Guten ruhen in diesen schwierigen Zeiten.