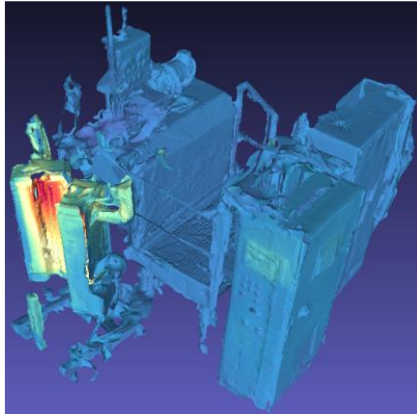


Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik

Jahresbericht 2020



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
Fax +49 561 804-2847
E-Mail: office@mrt.uni-kassel.de
www.uni-kassel.de/fb15/mrt

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

Zum Jahresende möchten wir Sie gerne über einige Aktivitäten im Jahr 2020 informieren.

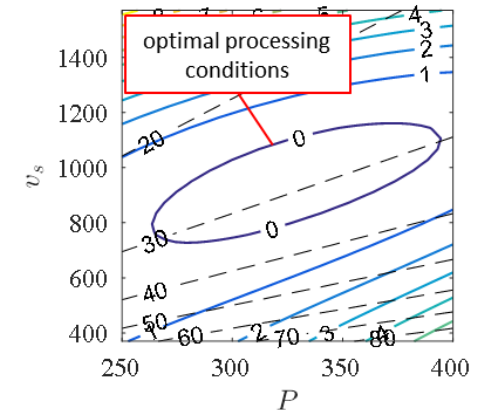
Forschung

Das DFG-Projekt zum Testsignalentwurf wurde abgeschlossen. So wurden zum einen Verfahren entwickelt, die Systeme so anregen, dass identifizierte *nichtlineare dynamische* Modelle minimale Parameterunsicherheit haben. Zum anderen entstanden Verfahren, die Ein-/Ausgangsgrößen möglichst homogenisieren. Eine Matlab-Toolbox zum Testsignalentwurf wird vom Fachgebiet auf Anfrage für Anwendungen in Forschung und Lehre kostenlos bereitgestellt.

Im Projekt zur nichtlinearen Systemidentifikation mittels Neuronaler Netze vom Typ Gated Recurrent Units konnte gezeigt werden, dass im Parameterraum von Rekurrenten Neuronalen Netzen Bifurkationen auftreten. Dies bedeutet, dass kleine Parameteränderungen zu qualitativ stark unterschiedlichem Verhalten führen, was mit entsprechenden Problemen beim Lernen verbunden ist. Diese Erkenntnis soll für den Entwurf günstiger Modellstrukturen und Lernverfahren genutzt werden.

Im DFG-Projekt zur Prognose der Randschichtzustände bei der spanenden Fertigung wurden als Alternative zu „Bounded-Error-Verfahren“ Gauß'sche Prozessmodelle aus dem Bereich des Maschinellen Lernens untersucht, die bei Normalverteilungsannahme direkt die Prädiktionsunsicherheit quantifizieren. Im Hinblick auf den Entwurf modellbasierter Vorsteuerungen wurden Voruntersuchungen zur approximativen Inversion nichtlinearer Modelle durchgeführt.

Mit dem Ziel einer optimierten Prozessführung und -analyse beim selektiven Laserschmelzen (SLM) wurde im Verbundprojekt zur Digitalisierung in der Werkstofftechnik der Einsatz datenbasierter Ansätze zur Berechnung von Prädiktionsmodellen untersucht. Es zeigte sich, dass die optischen Messverfahren in der eingesetzten Form nicht erwartungskonform arbeiten. Nach Anpassungen liegen mittlerweile erste Modelle vor. Deren Vertrauenswürdigkeit (wegen der dünnen Datenbasis) und ihre Nutzbarkeit für die Ermittlung von Betriebsfenstern zur Einstellung von Oberflächeneigenschaften (siehe Bild) ist in der Diskussion.



Exemplarischer optimaler Betriebsbereich beim SLM-Prozess

Im Projekt zur 3D-Gasvisualisierung und zum Tracking von Gaswolken wurde ein stereoskopisches System mit einer Gaskamera und Spiegeln statt mit zwei Gaskameras entwickelt. Hierdurch konnten die Systemkosten etwa halbiert und die messtechnischen Eigenschaften verbessert werden, da nun beide Bilder mit dem gleichen Kamerachip erfasst werden. Das System wurde erfolgreich in verschiedenen Gasanlagen getestet und das Projekt abgeschlossen.

Im Bereich der Thermometrie startete ein Förderprojekt zur Emissionsgradschätzung. Das Besondere ist die geschickte Ausnutzung geometrischer

Informationen über das Zielobjekt bei der Emissionsgradschätzung. Dabei stand das Jahr weitgehend im Zeichen des Aufbaus eines neuen Prüfstands. Zudem wurde eine High-End-Hochgeschwindigkeitsthermographie-Kamera beschafft (640 x 580 px bei 355 Hz, geometrische Auflösung bis zu 7,5 µm, siehe Bild). In ihrer ersten Anwendung wurden Messdaten eines additiven Fertigungsprozesses (Laserauftragsschweißen) für die dynamische Modellbildung aufgenommen. Die Methoden zur 3D-Thermographie wurden u.a. im Hinblick auf große Thermogramme weiterentwickelt, siehe Titelbild (Silikonextrusionsanlage).



Hochgeschwindigkeits-Thermographiekamera

Anfang Dezember kam der Förderbescheid über ein neues Gasmesstechnikprojekt, in dem eine smarte Drohne zur Methanemissionsdetektion und -quantifizierung mit einem Firmenpartner prototypisch entwickelt wird.

Modellfabrik µPlant und Labore

Ein digitaler Schatten wurde für die Modellfabrik insbesondere für einen Wartungs-Use-Case implementiert. Er ist auch für mobile Endgeräte zugänglich. Verschiedene Prozessmodifikationen wurden untersucht, um eine möglichst komplexe Systemdynamik für Modellierungsaufgaben zu erhalten. OPC UA ist immer noch nicht für alle Automatisierungssysteme der Modellfabrik verfügbar, weshalb hier noch keine Umstellung erfolgte.

Lehre

Die Lehre stand ganz im Zeichen der Corona Epidemie. Die Vorlesungen wurden insbesondere über

Live-Streams gehalten. Nach einer steilen Lernkurve in den Anfängen funktioniert dies technisch gut, bis auf gelegentliche Bandbreitenprobleme. Allerdings ist die Interaktion mit den Studierenden stark reduziert und der kontinuierliche scannende Blick in die Gesichter, wie der Stoff ankommt, ist digital nicht zu ersetzen, und auch die schnelle Tafelskizze oder -rechnung zur Erklärung entfällt.

Unsere Labore wurden zur Einhaltung von Hygiene-Standards umgebaut und die Gruppengrößen reduziert, so dass den Studierenden eins der wenigen Vor-Ort-Erlebnisse ermöglicht werden konnte. Auf diese Weise konnte 100 % des Lehrangebots des Fachgebiets aufrechterhalten werden. Auch wurden durch entsprechende Maßnahmen und Regelungen der Universität schnell wieder Klausuren und mündliche Prüfungen möglich.

Team

Ende Oktober verließ Johannes Rangel nach Abschluss seines Projektes das Fachgebiet für eine FuE-Position in der Industrie. Anfang 2021 stehen mehrere Neubesetzungen an.

Internationalisierung

Die Kooperation mit der Universidad Nacional de Colombia hatte uns dieses Jahr vier sehr engagierte Gaststudierende beschert.

Veröffentlichungen

Zu den 2020 erschienenen Veröffentlichungen des Fachgebiets zählen unter anderem:

Arengas et al.: Data Selection for System Identification (DS4SID) from Logged Process Records of Continuously Operated Plants. at - Automatisierungstechnik 68 (5), pp. 347-359.

Kahl et al.: Extending Regularized Least Squares Support Vector Machines for Order

Selection of Dynamical Takagi-Sugeno Models. IFAC World Congress, Berlin.

Rangel et al.: Catadioptric Stereo Optical Gas Imaging System for Scene Flow Computation of Gas Structures. IEEE Sensors, early access.

Rehmer et al.: On the vanishing and exploding gradient problem in Gated Recurrent Units. IFAC World Congress, Berlin.

Schramm et al.: Multispectral Geometric Calibration of Cameras in Visual and Infrared Spectral Range. IEEE Sensors, early access.

Wittich et al.: On data-driven nonlinear uncertainty modeling: Methods and application for control-oriented surface condition prediction in hard turning. TM - Technisches Messen, ahead of print.

Studentische Arbeiten

Zu den 2020 abgeschlossenen Arbeiten gehören unter anderem:

Dueñas, J.C. Optical Flow Computation in Gas Images with Deep Learning Techniques. Bachelorarbeit.

Fischer, J. Zur Maximum-Likelihood-Identifikation dynamischer Systeme mittels Gauß'schen Misch- und Takagi-Sugeno-Modellen: Methodik und servopneumatische Anwendung, Bachelorarbeit.

Osterhold, P. Echtzeitfähige Erstellung großer 3D-Thermogramme mittels verbesserter Modellierungsalgorithmen, Masterarbeit.

Sachchithanathan, T. Zur robusten Erkennung von Gaswolken in Infrarotbildern einer Gaskamera mittels des optischen Flusses und Bildsegmentierungsverfahren, Masterarbeit.

Prof. Kroll und sein Team wünschen allen Freunden und Geschäftspartnern des FG Mess- und Regelungstechnik besinnliche Feiertage sowie Gesundheit und Erfolg für das Jahr 2021. Bleiben Sie gesund und lassen Sie Ihren Blick auf dem Guten ruhen in diesen schwierigen Zeiten.