



SYSTEMANALYSE, PROGNOSE UND REGELUNG



Im Bereich der elektrischen Netze beschäftigen wir uns mit der Modellierung, Überwachung und Regelung von Energieerzeugern, Energieverteilnetzen sowie der Energieeffizienz von Verbrauchern. Insbesondere die Analyse von bisher unbekanntem Wechselwirkungen zwischen konventionellen und erneuerbaren Erzeugern durch die Netzkopplung spielt hier eine wichtige Rolle.



ANALYSE, PROGNOSE UND REGELUNG VON KOMPLEXEM SYSTEM- UND PROZESSVERHALTEN

Die von uns betrachteten dynamischen Systeme aus den Anwendungsfeldern Energiesysteme, Anlagen- und Maschinenregelung sowie Medizin und Biologie sind oftmals komplex, weil sie ein Netzwerk unterschiedlicher Teilsysteme und Strukturen abbilden.

Diese Systeme sind jeweils mit spezifischen Sensor- und Aktorkonfigurationen ausgestattet. In vielen Fällen müssen wir darum störungsüberlagerte Sensorinformationen berücksichtigen, wenn wir aus Messungen Informationen über das Systemverhalten gewinnen wollen. Überdies liegen uns in der Regel nur unvollständige System- und Strukturbeschreibungen vor.

Typische Aufgabenstellungen sind die Identifikation dynamischer Systemparameter (mittels mathematischer Zustandsschätzer), die Klassifikation des Systemverhaltens (mittels Machine Learning) sowie die Bereitstellung von online-tauglichen Simulationsmodellen zur Systemanalyse, zur Entwicklung von Reglern oder zur Validierung des Verhaltens von elektronischen Steuereinheiten (mit Hardware-in-the-Loop-Ansätzen).

Für die Lösung der Aufgaben greifen wir auf unsere Kernkompetenzen aus der System- und Kontrolltheorie und dem Maschinellen Lernen zurück. Spezialkompetenzen haben wir in den Bereichen differential-algebraische sowie geschaltete Systeme, in der Anwendung sequentieller Monte-Carlo-Ansätze (Partikelfiltermethoden) zur Simulation und Zustandsschätzung stochastischer Prozesse, in der statistischen Lerntheorie sowie im Bereich des Maschinellen Lernens mit tiefen Architekturen (Deep Learning).

Kontakt

andreas.wirsen@itwm.fraunhofer.de

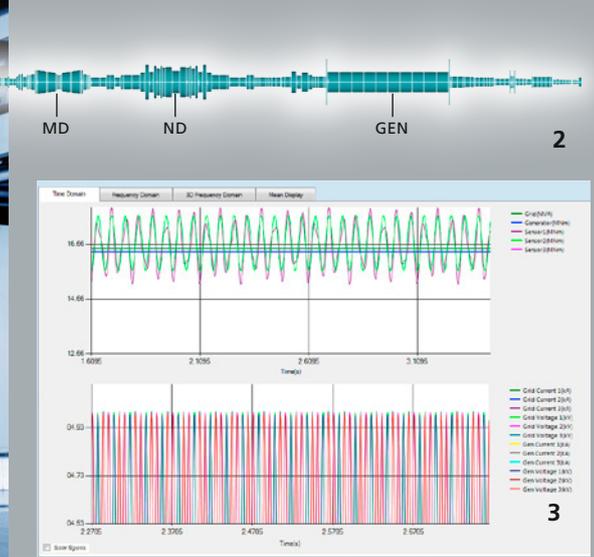
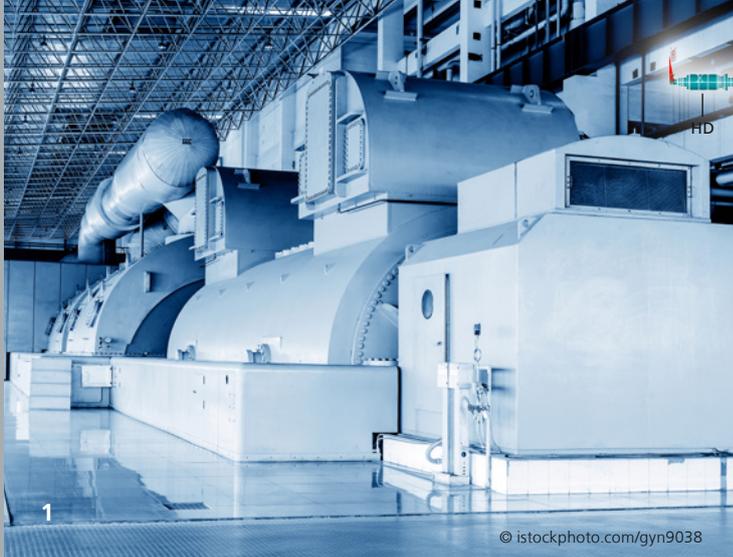
www.itwm.fraunhofer.de/sys



SCHWERPUNKTE

- Energieerzeugung und -verteilung
 - Maschinenmonitoring und -regelung
 - Biosensorik und Medizingeräte
 - Maschinelles Lernen
 - Regelung komplexer Systeme
 - Modellidentifikation und Zustandsschätzung
-





TorGrid – MONITORING VON NETZRÜCKWIRKUNGEN AUF KONVENTIONELLE ENERGIEERZEUGER

1 Kraftwerksturboatz mit Erregermaschine, Generator und Turbinen

2 Schema eines Kraftwerksturboatzes mit Generator (GEN), Niederdruckturbine (ND), Mitteldruckturbine (MD) und Hochdruckturbine (HD)

3 Screenshot TorVis – TorGrid

Durch den signifikanten Anstieg der Einspeisung erneuerbarer Energien sowie die Ankopplung der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung über Wechselrichter treten neuartige dynamische Effekte im elektrischen Netz auf. Insbesondere die Behandlung von bisher unbekanntem Netzzrückwirkungen auf die konventionellen Energieerzeugungseinheiten spielt hier eine Rolle.

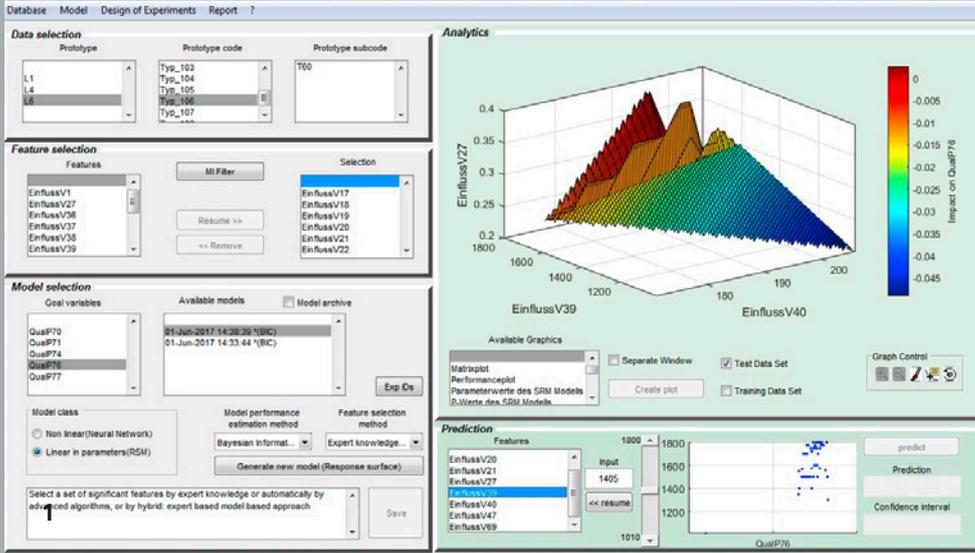
Zum Monitoring der Netzzrückwirkungen auf Kraftwerksturboätze haben wir das Online-Monitoring-System TorGrid entwickelt. Dieses Messsystem erfasst synchron die Torsionsschwingungen des Wellenstrangs und die jeweils dreiphasigen Ströme und Spannungen am Generator sowie netzseitig am Transformator. Auf Basis intelligenter Trigger-Kriterien überwacht TorGrid die Messsignale und detektiert so die Events, die der Benutzer als kritisch bewertet. Neben den erfassten Messwerten von bis zu drei berührungslosen Drehmomentsensoren und den jeweils drei instantanen Strömen und Spannungen speichert TorGrid im Eventfall auch die aus diesen Messwerten bestimmten Leistungen des Generators sowie des Transformators auf der Netzseite.

Analyse der Wechselwirkungen von Netz und Turboatz mit TorVis

Die integrierte Visualisierungssoftware TorVis ermöglicht die nachträgliche Analyse der gespeicherten Momente-, Leistungs-, Strom- und Spannungsverläufe im Zeit- und Frequenzbereich. TorVis bietet dem Benutzer damit die Möglichkeit, die Ursache der Torsionsbelastung des Wellenstranges zum Zeitpunkt des detektierten Events zu bestimmen: externe Rückwirkungen aus dem elektrischen Netz, durch interne Mechanismen beim Erzeuger selbst ausgelöste Schwingungen oder Wechselwirkungen zwischen Turboatz und elektrischem Netz; dazu zählen z. B. subsynchrone Resonanzen.

Verbesserung der Planbarkeit von Revisionen

Mit TorGrid können unsere Kunden im Bereich der konventionellen Kraftwerke (u. a. Uniper Anlagenservice) ihre Revisions- und Serviceaktivitäten noch besser planen. Langfristiges Ziel ist es, die mit TorGrid erfassten Signale zur Kompensation der Netzzrückwirkungen zu verwenden.



MASCHINELLES LERNEN IN DER PRODUKTION

Seit vielen Jahren beschäftigen wir uns mit der Lösungsfindung zu unterschiedlichsten industriellen Fragestellungen; dazu setzen wir auch Methoden des Maschinellen Lernens ein. Ein Bereich ist das sogenannte Deep Learning – Maschinelles Lernen mit tiefen Architekturen.

Datenanalyse sichert Produktqualität

Den Zusammenhang zwischen der Qualität eines Produkts und den verschiedenen Einflussfaktoren im Herstellungsprozess zu verstehen, stellt in der modernen Produktion eine große Herausforderung dar. Zur Optimierung des Herstellungsprozesses ist es nötig, das Verhalten von Qualitäts- und Performancegrößen bei Änderungen einzelner Prozessparameter quantitativ zu beschreiben. Grundlegend hierfür ist die Möglichkeit, mittels Methoden des Maschinellen Lernens Qualitätsgrößen aus Prozessparametern zu prognostizieren – in den meisten Fällen aber aus Merkmalen, die aus diesen Prozessparametern konstruiert wurden.

Hierzu entwickeln wir Merkmalsselektions- und Konstruktionsalgorithmen sowie Prozessmodelle; ihre Grundlage sind Messdaten aus dem realen Herstellungsprozess, Expertenwissen über den Herstellungsprozess sowie theoretisches Wissen.

Predictive Maintenance – Optimale Instandhaltung durch Maschinelles Lernen

Eine technische Anlage ist dann zuverlässig und wirtschaftlich optimal verfügbar, wenn sie zeitnah und bei realem Bedarf instandgesetzt wird. Das gelingt nur, wenn das Unternehmen den Wartungsbedarf der Anlagen unter Berücksichtigung des aktuellen Produktionsplans und der vergangenen Belastungsgeschichte zuverlässig vorhersagen und damit die Verfügbarkeit der entsprechenden Ressourcen wie Fachkräfte, Ersatzteile, Logistik etc. garantieren kann.

Eine zuverlässige Vorhersage der zukünftigen Ereignisse ist ein Bestandteil jedes Predictive-Maintenance-Systems. Ein wichtiger Schlüssel liegt in der Analyse der Muster vergangener Ereignisse. Dabei werden sowohl kontinuierlich gemessene Sensordaten als auch sich wiederholende diskrete Ereignisdaten und Ausfalldaten gemeinsam mittels Joint-Modeling-Ansätzen modelliert. Wir entwickeln Methoden des Maschinellen Lernens zur Erkennung und Visualisierung komplexer Muster sowie deren Eigendynamik und Trends. Weiterhin setzen wir die Methoden ein zur Vorhersage und Charakterisierung der Zustände technischer Systeme.

1 Quantifizierung der Abhängigkeit einer gemessener Größe der Produktqualität mittels drei signifikanter Einflussvariablen eines Kunststoff-Extrusionsprozesses





NEWS AUS DER ABTEILUNG

ERFAHRUNGSAUSTAUSCH UND HORIZONTERWEITERUNG: KL-REGELUNGSTECHNIK-SEMINAR

Seit Herbst 2016 organisiert die Abteilung einmal im Monat das KL-Regelungstechnik-Seminar, gemeinsam mit Arbeitsgruppen aus mehreren Fachbereichen der TU Kaiserslautern. Diskutiert werden laufende oder gerade abgeschlossene Graduierungsarbeiten sowie aktuelle Forschungsprojekte; das Spektrum reicht dabei von den mathematischen Methoden bis zur technischen Umsetzung. Die Vorträge präsentieren meist Resultate, können aber auch ergebnisoffen sein, um Input der Partner zu offenen Fragen zu erhalten.

INTERACTIVE PAPER PRIZE

Sechs Teilnehmer erreichten die Endrunde um den Interactive Paper Prize beim 20th IFAC (International Federation of Automatic Control) World Congress 2017 in Toulouse. Honoriert wird sowohl die schriftliche Version des Papers wie auch seine Präsentation. Mit *Switch Observability for Homogeneous Switched DAEs* gehörten Ferdinand Küsters, Stephan Trenn und Andreas Wirsén zu den Finalisten!

NEUE FUNKTIONALITÄTEN IN knowCube® INTEGRIERT

knowCube® stellt Werkzeuge für interaktives Wissensmanagement und multikriterielle grafische Entscheidungsfindung bereit und ermöglicht u. a. mit beliebigen Suchbegriffen frei formulierbare Recherchen in öffentlichen und Fraunhofer-lizenzierten Internet-Quellen. Diese Prozesse arbeiten jetzt zweistufig: Ergebnislisten werden auf der grafischen Benutzeroberfläche dynamisch aufgebaut, parallel werden im Hintergrund die selektierten Dokumente analysiert, in deren Details dann bei Bedarf weiter navigiert werden kann.



Von vorne, links nach rechts: Dr. Christian Salzig, Dr. Andreas Wirsén, Hans Trinkaus, Dr. Alex Sarishvili,
Dr. Jan Hauth, Jens Göbel, Michael Sendhoff, Dimitri Morgenstern, Ferdinand Küsters
