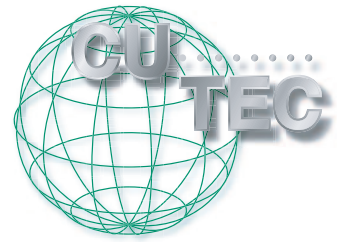


Modellbildung und Simulation

Modelling and Simulation



CUTEC-INSTITUT GMBH

AnzY: Erzeuge Mix...

Datenbearbeitung

1 Logarithmus

2 Lokale Extrema verbinden Minima Maxima

3 Werte abschneiden kleiner als %
 Werte abschneiden größer als %

4 Lokale Mittelwertbildung

5 DLS X-Richtung: Kleine Breite (X) DLS +
Grosse Breite (X)

6 DLS Y-Richtung: Kleine Breite (Y) DLS +
Grosse Breite (Y)

Darstellung

Kleine Glättung
 Große Glättung
 DLS

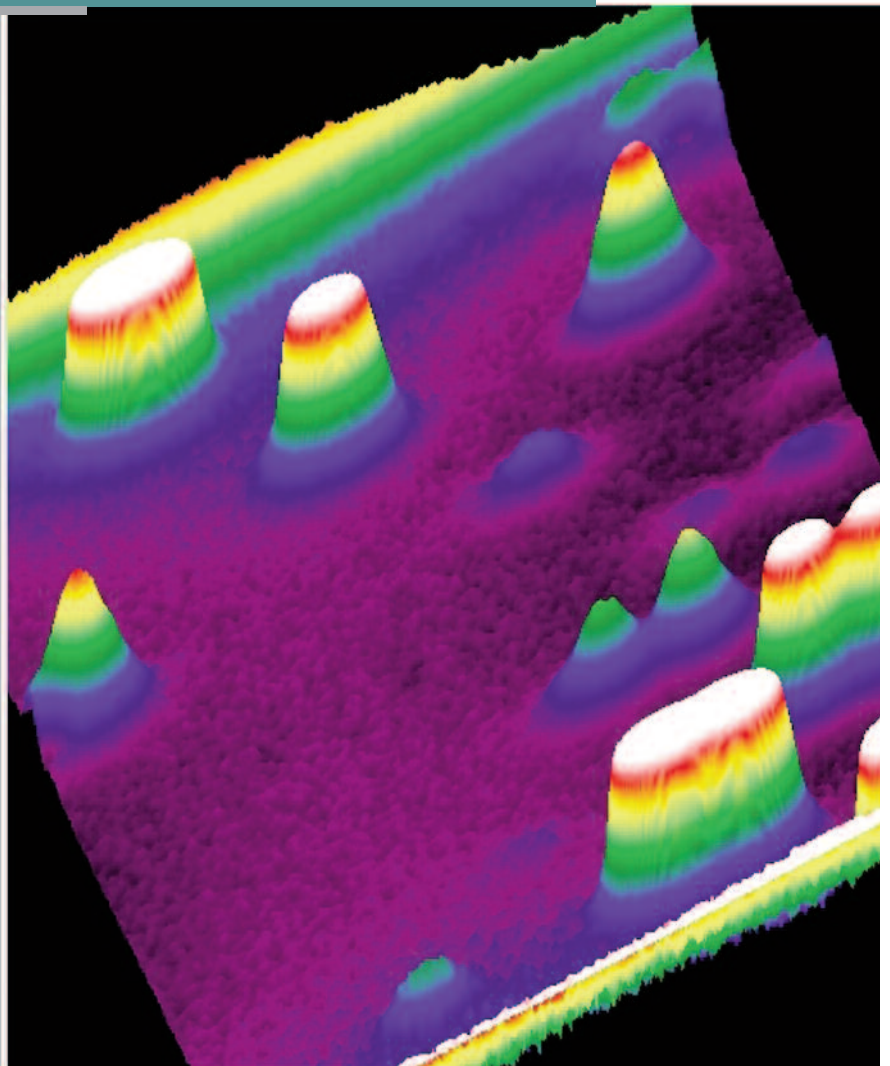
7 Werte abschneiden kleiner als %
 Werte abschneiden größer als %

8 Lokale Mittelwertbildung

9 Lokale Mittelwertbildung

10 Lokale Extrema verbinden Minima Maxima

11 Mittelwert der Verbindung lokaler Extrema



Modellbildung und Simulation



Kontakt / Contact:
 apl. Prof. Dr.-Ing. Matthias Reuter
 Tel. / Phone: +49 0179 3960 786
 E-Mail: matthias.reuter@cutec.de

Die Methoden der Modellbildung und Simulation haben in den letzten Jahren zwei Schwerpunktbereiche erfolgreich belegt.

Der erste Schwerpunktbereich, das eigentliche Grundgebiet der Modellbildung und Simulation, beschäftigt sich mit dem Entwurf und der Optimierung von komplexen technisch/physikalischen Versuchsanlagen oder Prototypen, ist deren Umsetzung i.d.R. doch mit einem erheblichen materiellen und zeitlichen Aufwand verbunden. Es bietet sich daher an, den Auslegungs- und Optimierungszyklus von Anlagen in zwei unterschiedliche Entwicklungsschritte zu untergliedern, wobei im ersten Schritt ein möglichst einfaches Systemmodell in Form mathematischer Gleichungen entwickelt wird, um die Gesetzmäßigkeiten des dem Anlagenverhalten zu Grunde liegenden Prozesses möglichst geschlossen zu beschreiben bzw. realitätsnah zu simulieren. Im zweiten Entwicklungsschritt fließen die so gewonnenen Erkenntnisse in die finite Anlagen- oder Prototypenauslegung ein.

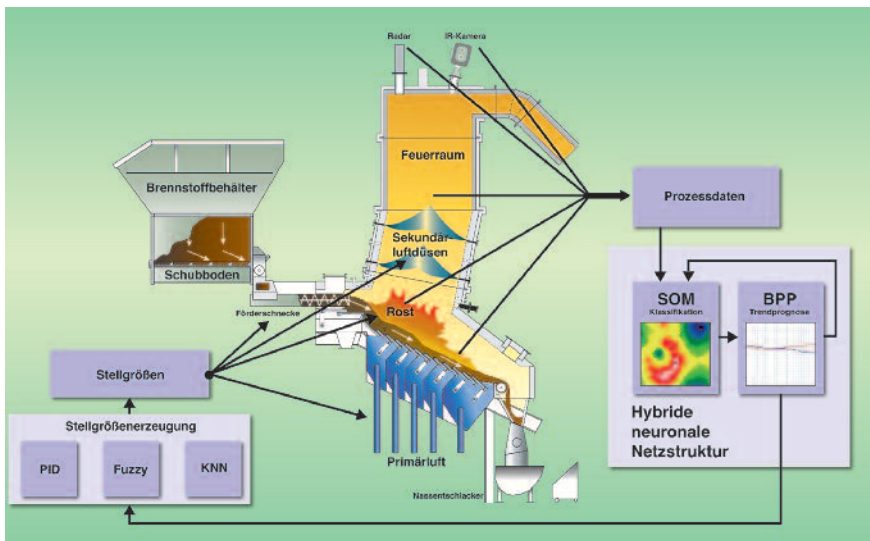
Modelling and Simulation

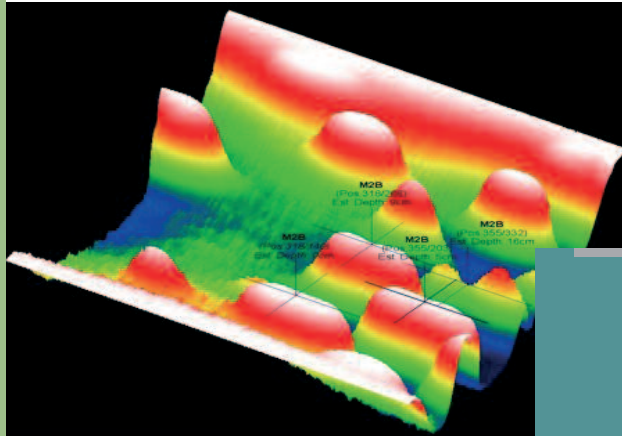
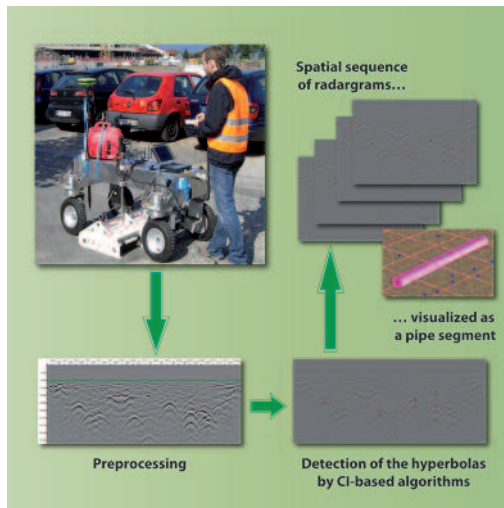
Modelling and simulation methodologies have been used very successfully in recent years to help engineers in two specific areas.

One of these tasks, which is actually the basic application space for modelling and simulation, is the design and optimisation cycle for complex technical/physical pilot systems and prototypes, but this work generally involves a very substantial amount of time and effort. It would seem useful therefore to split the design and optimisation cycle into separate development steps. The first step is to create a system model made up of mathematical formulas, which is kept as simple as possible. The model is used to provide (to the extent possible) a self-contained description of the principles governing the underlying process in the pilot system or prototype and to generate a realistic simulation. The knowledge gained during the first step is then used for finite design of the pilot system or prototype.

This approach supports five sets of activities:

- **Pilot system/prototype design and optimisation**
 Computer-based support for system/process design with the aid of the modelling cycle
- **Rapid prototyping**
 Determines which process parameters have a relevant influence on the process based on an optimised test plan
- **Resolution of scale-up, scale-down complexities**
 Scale-up and scale-down difficulties can be resolved with the help of the modelling process
- **Causality determination**
 Causality information is derived from in-house trials or data from practical industrial applications in order to clarify phenomena which cannot be described.
- **Higher control selectivity**
 Control system response to changing process conditions often involves a significant time delay. System behaviour can be evaluated in advance during the modelling cycle to facilitate predictive control.





Modellieren,
Simulieren, Optimieren

Konkret sind es fünf Aufgabenfelder, die durch diesen Vorgehensansatz unterstützt werden:

- **Anlagen auslegen und optimieren**
Anlagen und Prozesse werden mittels des Modellbildungszyklus computergestützt optimiert.
- **Schneller entwickeln**
Mittels einer optimierten Versuchsplanning wird eruiert, welche Prozessparameter relevanten Einfluss auf einen Prozess haben.
- **Scale-up, scale-down Problematik**
Mittels des Modellbildungszyklus werden scale-up und scale-down Problematiken gelöst.
- **Kausalitäten erkennen**
Um Datensätze aus eigenen Versuchen oder Messkampagnen der industriellen Praxis auszuwerten, werden Zusammenhänge erkannt, um eine Aufklärung bisher nicht beschreibbarer Phänomene zu ermöglichen.
- **Gezielter regeln**
Die Regelantwort auf sich verändernde Prozessbedingungen ist oft mit einem hohen Zeitverzug behaftet. Hier dient der Modellbildungszyklus dazu, eine Vorausberechnung des Anlagenverhaltens im Sinne eines prädiktiven Reglers zu realisieren.

Neben diesem etablierten Ansatz wurde in den letzten Jahren ein völlig neuer Weg der Modellbildung und Simulation zur Umsetzungsreife entwickelt, die „implizite Modellbildung“.

Ihr Kern ist es, auf der Grundlage von erhobenen Datensätzen durch sich selbstorganisierende Systeme wie neuronale Netze implizite Modelle auszulegen, die dann zur Steuerung und Regelung, Detektion, Klassifikation, Identifikation, Dataming oder der Auslegung von Führungssystemen verwendet werden können. Der immense Vorteil dieser Systeme liegt darin, dass zur Umsetzung der oben aufgeführten Aufgabenfelder keine expliziten mathematischen Ansätze zur Prozessbeschreibung mehr definiert werden müssen; oft sogar das Problem des Umgangs mit unsteten Prozessübergängen gelöst werden kann.

Besides this well-established methodology, a totally new approach to modelling and simulation has been under development in recent years, and it has now reached the implementation stage, namely implicit modelling.

Essentially, implicit models are generated from an acquired data set with the aid of self-organising systems like neural networks. The models can then be used for control, detection, classification, identification, data mining and design of command and control systems. This approach has the enormous advantage that the process does not have to be described in explicit mathematical terms to perform the tasks listed above, and the problem of dealing with volatile process conditions can often be resolved.

Based on this new approach, the Modelling and Simulation Department has been working on the following application areas in recent years:

➤ **Mission-specific design and implementation of neural-based predictive control systems for process control and robotic systems.**

Data-based implicit models are used for situation-specific process or machine control. Due to the specific nature of the modelling architecture, these predictive, adaptive systems have the learning capability to react to aging and task-related changes or general system changes.

➤ **Neuron-based classifiers/indicators for military and civil applications**

Due to their inherent resilience and ability to adapt to problem situations, soft computing based algorithms are often used in the following applications

- acoustic pattern recognition / object identification / scene analysis
- optical pattern recognition / object detection / object evaluation / scene analysis
- general information detection and information space analysis
- scene analysis of electromagnetic signals



Diesem neuen Ansatz folgend belegt die Abteilung Modellbildung und Simulation in den letzten Jahren die folgenden speziellen Aufgabengebiete:

➤ **Aufgabenspezifisches Design und Realisierung von neuronal basierten prädiktiven Reglern für Prozesssteuerungen und Roboter.**

Mittels datenbasierter impliziter Modelle werden Prozesse oder Maschinen situationspezifisch gesteuert und geregelt. Durch die spezielle Form ihrer Modellarchitektur agieren sie prädiktiv, mittels lernbarer Strukturen adaptiv bezüglich Alterungs-, Aufgaben- oder generelle Systemveränderungen.

➤ **Neuronale Klassifikatoren / Identifikatoren für militärische und zivile Anwendungen**

Bedingt durch strukturelle Problemadaptivität und ihre hohe Robustheit gegenüber Störeinflüssen finden softcomputingbasierte Algorithmen speziell in den Bereichen:

- akustische Mustererkennung / Objektidentifikation / Szenenanalyse
- optische Mustererkennung / Objektdetektion / Objektbewertung / Szenenanalyse
- allgemeine Informationsdetektion und Informationsraumanalyse
- Szenenanalyse von elektromagnetischen Signalen

ihre Anwendung.

➤ **Anwendung statistischer / CI-basierter Datamining Methoden zur Zeitverlaufsanalyse beliebiger Prozess- / Zustandsgrößen zur Definition von nicht redundanten Prozessleitzahlen**

Datensätzen beliebigen Umfangs werden mittels neuer Datamining-Methoden strukturiert, redundante Information eliminiert, systembeschreibende Prozessleitzahlen definiert, wodurch eine aussagekräftige, für die laufende Prozessüberwachung relevante Beschreibung ermöglicht wird. Erweiternde Anwendungen dieser neuen Methoden finden sich u.a. im Controlling und Managementbereich.

➤ **Aufsetzung datenbankbezogener dynamischer Führungssysteme**

Informationen unterschiedlichen Inhalts und Formats werden zeitnah und dynamisch in einem generellen Informationsraum integriert, dort gemäß temporärer Aufgabenstellungen analysiert, strukturiert und lagerelevant visualisiert.

Die Effizienz dieser neuen Ansätze und deren technische Umsetzungen zeigen sich neben zahlreichen entwickelten Applikationen u. a. darin, dass das entwickelte Verfahren zur Detektion metallischer Gegenstände in Böden mit dem Innovationspreis der wehrtechnischen Industrie im Jahre 2007 ausgelobt und das spezielle Verfahren zur Szenenanalyse von elektromagnetischen Signalen für den bauma Innovationspreis im Jahre 2010 nominiert wurde.



CUTEC – Ihre Adresse für Umwelt- und Energietechnik
CUTEC – The right address for environmental and power engineering

➤ **Use of statistic / CI-based data mining methods for timeline analysis on any type of process / state values in order to define key non-redundant process variables**

New data mining methodologies are used to structure data sets of any length. Redundant information is eliminated and key system-descriptive process parameters are defined, providing the basis for creating a meaningful description which has relevance for ongoing process control. Large applications using these new methodologies have already been developed for the financial and management world.

➤ **Generation of database-supported dynamic command and control systems**

Information with varying content and format is integrated dynamically and in near real time into a general information space, where it is analysed and structured as needed to perform temporary tasks. The data is presented in situation-relevant visualisations.

The efficiency of the new approach and technical implementations has been demonstrated in numerous applications including the following two examples. In 2007, the defence industry's innovation prize was awarded for a method of detecting metal objects in the ground. In 2010, a special technique for scene analysis of electromagnetic signals was nominated for the bauma innovation prize.

Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH – CUTEC-Institut GmbH –

Leibnizstraße 21 + 23
 D-38678 Clausthal-Zellerfeld

Geschäftsführer / Managing director:

Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz

Tel. / Phone: +49 5323 933-0

Fax: +49 5323 933-100

Internet: www.cutec.de

Kontakt / Contact:

apl. Prof. Dr.-Ing. M. Reuter

Tel. / Phone: +49 0179 3960 786

E-Mail: matthias.reuter@cutec.de