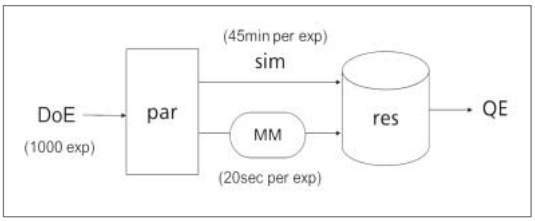
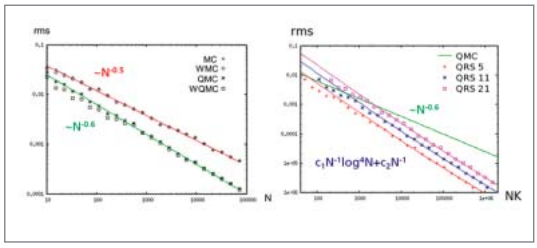
Fraunhofer SCAI

Stochastic Analysis

EFFICIENT QUANTILE ESTIMATORS FOR RANDOM FIELDS

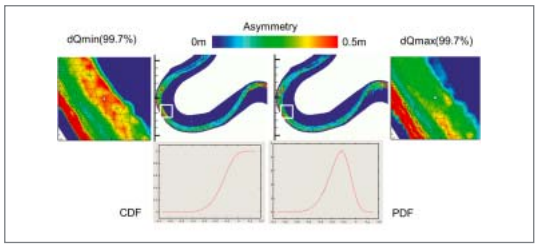


Metamodel accelerated Monte Carlo



Convergence of different methods for quantile estimation

Application case:
river bed evolution



Quantiles of the resulting distribution for the river bed evolution

Quantiles

important stochastic characteristics, which quantify the intervals where certain portions of the probability distribution are located. For example, the median separates 50% of distribution; quantiles $[Q_{0.16}, Q_{0.84}]$ define an interval where 68% of distribution is located, etc.

Computation of Quantiles

- sensitivity based methods (FORM,SORM) – imprecise
- Monte Carlo methods (MC) – slow
- Metamodel accelerated Monte Carlo – optimal performance

Monte Carlo

- Direct Monte Carlo (MC) – pseudorandom sampling
- Weighted Monte Carlo (WMC) – Harell-Davis weighting
- Quasi-Monte Carlo (QMC) – quasirandom Sobol sampling
- Quasi-random splines (QRS) – smoothed version

Metamodelling with Radial Basis Functions

- Rapid learning phase
- Self-estimation of tolerance
- Fast interpolation of bulky data

Application case

- coupled simulation: fluid dynamics + morphodynamics
- 10^6 data entries per experiment
- 150 experiments for RBF Metamodel

Results

- speed up from 45min (on 32CPU) to 20sec (on 1CPU) per experiment
- precision level 10^{-4} achieved at number of samples 10^6 for MC; 10^5 for QMC; 6000 for QRS

Contact:
Dr. Lialia Nikitina | High Performance Analytics | Fraunhofer Institute for Algorithms and Scientific Computing SCAI
Schloss Birlinghoven, 53754 Sankt Augustin
Lialia.Nikitina@scai.fraunhofer.de

Fraunhofer IWU

RDO-Projekt

BEWERTUNG VON PARAMETERSTREUUNG BEIM UMFORMFÜGEN

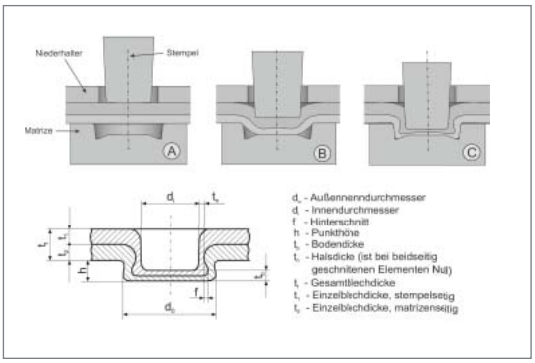


Abb. 1: Clinchen (oben), Ergebnisgrößen (unten)

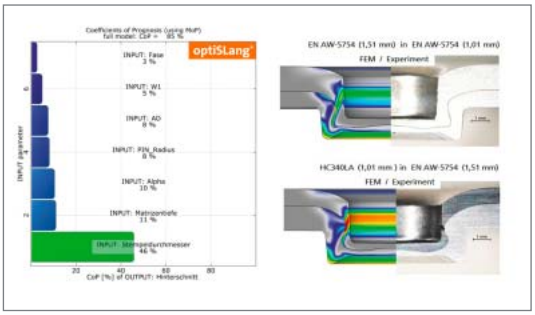


Abb. 2: Ergebnis Sensitivitätsanalyse (links), Kompromissauslegung 4 Paarungen (rechts)

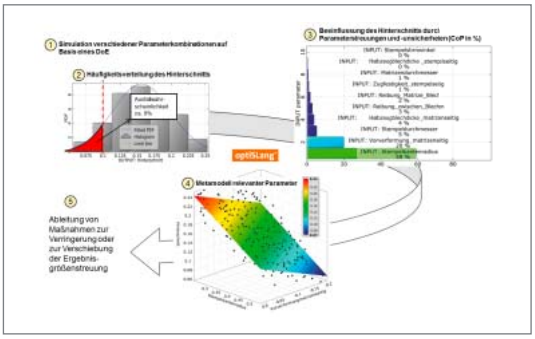


Abb. 3: Vorgehensweise bei der Auswertung von Robustheitsanalysen

Ziel, Nutzen und praktische Anwendung

Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Realisierung und Bewertung von simulationsbasierten Sensitivitäts- und Robustheitsanalysen beim Clinchen. Die Erkenntnisse dieses Projektes bzw. die Anwendung der Methodik ermöglichen eine gezielte Intervention bei instabilen Prozessen und somit die Steigerung der Prozessrobustheit und die Reduzierung von Kosten durch die Verringerung von Ausschussteilen und Nacharbeit. Verbindungsbemusterungen und Werkzeugkompromissauslegungen werden so effektiv unterstützt. Dies führt in der Produktion auch zur Reduktion der nötigen Anzahl an Fügezangen.

Sensitivitätsanalyse und Optimierung

Auf Basis eines DoE werden relevante Parameter bestimmt. Die Optimierung (ARSM, Pareto) dieser Parameter kann sowohl für Einzelpaarungen als auch zur Bestimmung ausgemittelter Werkzeugpaarungen (Kompromissauslegung) genutzt werden (siehe Abb. 2).

Robustheitsbewertung

Der Clinchprozess wird durch eine Vielzahl von Prozessunsicherheiten beeinflusst. Typische toleranzbehaftete Größen sind z.B. Blechdicken und Verschleißerscheinungen an Werkzeugen. Durch die Robustheitsanalyse können Maßnahmen zur Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeiten einzelner Ergebnisgrößen abgeleitet werden (siehe Abb. 3).

Kontakt:
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) Dresden, Abteilung Fügetechnik
Dipl.-Math. Tobias Falk | Tobias.Falk@iwu.fraunhofer.de
Tel. +49 351 4772-2426 | Fax +49 351 4772-3-2403

Industrielle Gemeinschaftsforschung:
gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
ALLIANZ INDUSTRIE FORSCHUNG
EFB

dynamic software & engineering

Biomechanics

PATIENT SPECIFIC OPTIMIZATION OF FRACTURE TREATMENT

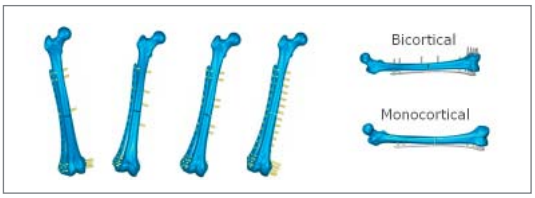


Fig. 1: Different screw layouts

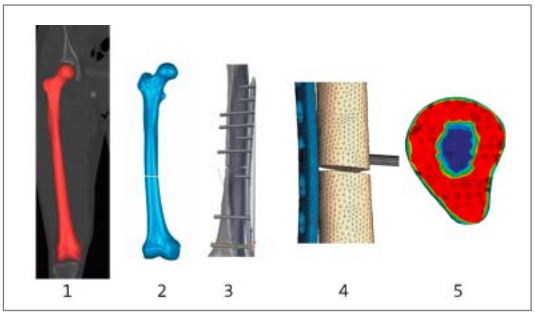


Fig. 2: Methods (1-Segmentation, 2-Virtual repositioning of bone fragments, 3-Screw setting and plate position, 4-Generation of Finite Element Mesh, 5-Assignment of Hounsfield Units)

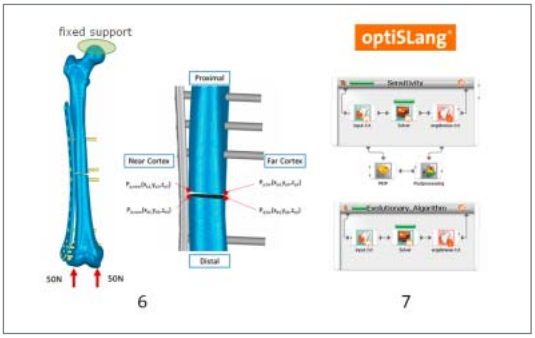


Fig. 3: Methods (6-Finite Element Simulation, 7-Sensitivity analysis, optimization and robustness evaluation

Objectives

- Optimizing of the screw layout and the plate position
- Simulation of different screw layouts
- Selecting the best in terms of optimal healing depending on bone quality, bone shape and fracture type
- Development of a tool which supports surgeon decision

Methods

- Segmentation
- Virtual repositioning of bone fragments
- Screw setting and plate position
- Generation of Finite Element Mesh
- Assignment of Hounsfield Units
- Finite Element Simulation
- Sensitivity analysis, optimization and robustness evaluation with optiSLang to find the best design

Results

Best design regarding the interfragmentary movement:

- Number of screws: 4
- Bridging Length: 4 unoccupied screw holes
- No screws at distal end needed

Robustness evaluation:

- Constraints in movement as well as of stress inside the plate and bone were fulfilled

Software performance

- Integration of patient-specific data
- Automatization and short computing time
- Parallel computing
- Robust data handling

Contact:
Dynardo GmbH | Dynamic Software and Engineering
Steubenstraße 25 | 99423 Weimar
phone +49 (0) 3643 9008-30 | fax +49 (0) 3643 900839
www.dynardo.de

In cooperation with: Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen, Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie der TU München, Research Group CAPS der TU München

BG Klinik Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen

MRI|R Klinikum der TU München Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

COMPUTER AIDED PLASTIC SURGERY

dynamic software & engineering

Stochastic Analysis

ROBUSTNESS EVALUATION OF A CAR DOOR

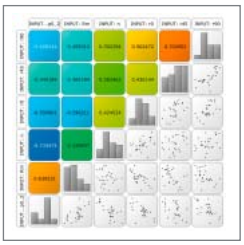


Fig. 1: Identification of random distribution type and correlation (optiSLang)

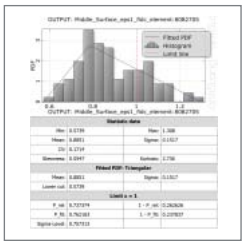


Fig. 2: Robustness analysis at hot spot 2 (optiSLang)

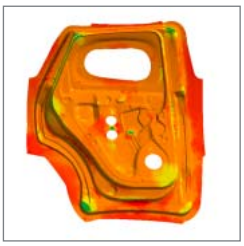


Fig. 3: 1st scatter shape of thickness reduction (SoS)

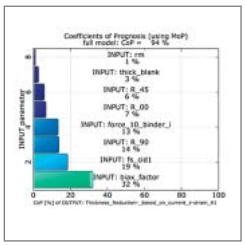


Fig. 4: Individual CoP for 1st scatter shape (optiSLang/ SoS)

Task

Often simplified scatter definitions (e.g. truncated normal distribution, idealized correlation) are used to investigate robustness in forming simulation. Here, good robustness was predicted by numerical models while significant robustness problems were seen in reality. The tasks were to compare the results of "simplified" and "best as possible" definitions of material input scatter as weel as to identify which input scatter is responsible for the debility.

Improved statistical description of random parameters (Fig. 1)

- 39 experiments
- identify random distribution functions for material parameters
- identify correlation among material parameters

Robustness evaluation with improved data (Fig. 2)

- simulation of design of experiments
- location of hot spots were identified in SoS
- compute probability of failure at sensitive locations (e.g. „hot spot 2")
- simplified scatter model: Pf=1%, improved scatter model: Pf=25% (correlates with real-world observations)

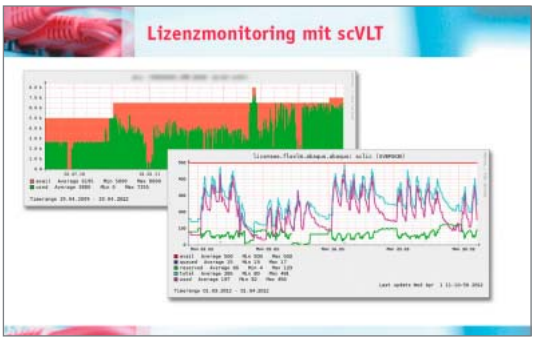
Identify responsible input scatter (Fig. 3/4)

- local correlation analysis: sensitivity analysis using single node/element values has limitations due to nonlinearities
- global correlation analysis based on random field modes in SoS: reduce spatially distributed scatter to a few scalar random numbers
- compute good CoP values for the various scatter shapes and identify important inputs: Scatter of parameter ‚biax_factor' with greatest influence on overall variation of thickness reduction

Contact:
Dr. Sebastian Wolff (Chief developer Statistics on Structures) | sebastian.wolff@dynardo.at
DYNARDO Austria GmbH | Wagenseilgasse 14 | 1120 Wien | phone +43 (0)19971 20 719 | fax +43 (0)19971 20 720 | www.dynardo.at
References / Image sources: Hansjörg Lehmkuhl, Johannes Will, Vera Sturm, and Jörg Gerlach. Which discretization level for uncertainties do we need for reliable robustness evaluations in forming application? In 9th Weimar Optimization and Stochastic Days, Weimar, Germany, 2012. Dynardo GmbH.

s+c / Bull

HPC-LÖSUNGEN UND IT-SERVICES AUS EINER HAND



IT-Services für komplexe Rechnerumgebungen

Das scIT-Services-Portfolio

- Outsourcing: Konzentrieren Sie sich auf Ihr Kerngeschäft, wir kümmern uns um Ihre IT
- Outtasking: Nutzen Sie flexibel unser Expertenwissen, wann immer Sie es brauchen
- Projekte: Verwirklichen Sie Ihr spezielles IT-Vorhaben mit unserer Unterstützung

scVENUS License Tracker

Software-Kosten senken durch intelligentes Lizenzmonitoring

- Transparente Lizenznutzung: Anzahl und Nutzung der verfügbaren Lizenzen schnell überblicken
- Koordinierte Nutzung von Lizenzen: Softwarelizenzen abteilungsübergreifend besser auslasten
- Einfache Lizenzabrechnung: Lizenzverbrauch schnell und einfach nach Benutzergruppen oder Projekten abrechnen
- Heterogenes Lizenzmanagement: Verschiedenartige Lizenzmechanismen effizient verwalten

NICE Desktop Cloud Visualization

Remote-Visualisierung im Technical Computing

- Hochperformanter Remote-Zugriff: 3D-Software auch in Netzwerken mit niedriger Bandbreite bzw. hoher Latenz nutzen
- Schneller ROI: Ressourcen (GPU, Speicher, ...) gemeinsam nutzen und Kosten senken
- Plattformübergreifender Zugriff: Heterogene Umgebungen (Linux, Windows, ...) nutzen
- Mehr Sicherheit: Daten verbleiben im Rechenzentrum

Kontakt:
science + computing ag | Tel. +49 7071 9457-0 | Fax +49 7071 9457-211 | info@science-computing.de | www.science-computing.de

science + computing

| A Bull Group Company

s+c / Bull

HPC-LÖSUNGEN UND IT-SERVICES AUS EINER HAND

Workloadmanagement-Lösungen

Bestmögliche Nutzung von Compute-Ressourcen

- Leistung steigern, Kosten senken: Hardware und Lizenzen optimal ausnutzen
- Herstellerunabhängige Beratung: LSF, Grid Engine, MOAB u.a. passgenau auswählen
- Installation, Konfiguration und Integration: Alle Leistungen aus einer Hand beziehen
- Professioneller Support: Von der s+c-Erfahrung aus hunderten von Projekten profitieren

HPC für den Mittelstand

Entwicklungszeiten verkürzen, Qualität steigern

- Schnell einsatzbereit: Vorkonfigurierte, kostengünstige Compute-Cluster
- Alles aus einer Hand: Installation, Integration und Service durch Bull/s+c
- Auf der sicheren Seite: Rundum-Service während der Nutzungszeit

High Performance Computing aus der Cloud

Rechnerressourcen bei Bedarf temporär nutzen

- Volle Kostenkontrolle: Rechenleistung mieten statt kaufen
- Engpässe überbrücken: HPC-Ressourcen bei Bedarf sofort abrufen
- Einfacher und sicherer Zugang: Auf das Extreme Factory Webportal zugreifen
- Maßgeschneiderte Lösungen: Auf viele vorkonfigurierte Anwendungen zugreifen

Kontakt:
science + computing ag | Tel. +49 7071 9457-0 | Fax +49 7071 9457-211 | info@science-computing.de | www.science-computing.de