

Dortmund, 11.03.2014

Interaktive Machbarkeitsbewertung mit Hilfe der datengetriebenen Modellierung am Beispiel einer Umformsimulation

Einleitung

Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie erfordern häufig eine schnelle und zuverlässige Bewertung der technischen Umsetzbarkeit oder anderer Eigenschaften von Designentwürfen. Diese Bewertung wird im Allgemeinen auf der Basis von Computersimulationen oder gar experimentellen Untersuchungen durchgeführt und ist daher ressourcenintensiv. Vor allem aber erfordert die Bewertung Zeit und ist daher nicht interaktiv im Rahmen einer Expertenbesprechung durchführbar, wie es idealerweise möglich sein sollte, um vorgeschlagene Designvariationen unmittelbar diskutieren zu können. Abhilfe schaffen hier neueste Verfahren der sog. datengetriebenen Modellierung, die von der divis GmbH unter der Bezeichnung ClearVu Analytics entwickelt und als Standardsoftware verfügbar gemacht worden sind. ClearVu Analytics wird aufgrund seiner Funktionalität von BMW als Standardsoftware für die datengetriebene Modellierung experimenteller oder simulationsbasierter Daten eingesetzt.

Aufgabenstellung

Im Rahmen dieses Beitrags wird die Anwendung dieses Verfahrens auf eine repräsentative Aufgabenstellung der BMW AG aus der Umformtechnik dargestellt. Der relevante Designbereich umfasst die Türeintrittsöffnung im B-Säulenbereich des Seitenrahmens, wie in Abbildung 4 dargestellt.



Abbildung 4: Türeintrittsöffnung im B-Säulenbereich des Seitenrahmens.

Dieser Bereich ist hinsichtlich der Umformtechnik sehr anspruchsvoll, da es je nach Designauslegung (z.B. Einstiegswinkel, Einstiegsradius, Rahmentiefe) zu umformtechnischen Problemen, insbesondere zu hoher Materialausdünnung oder Reißen, kommen kann.

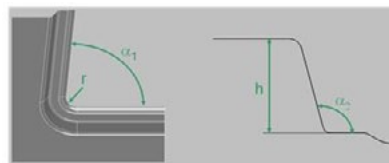


Abbildung 5: Modellvereinfachung mit den Designparametern der Türeintrittsöffnung. Links: Seitliche Aufsicht. Rechts: Querschnitt.

Zur Reduktion der Rechenzeiten des Seitenrahmens (ca. 10 h auf 16 CPUs) wird ein vereinfachtes parametrisiertes Modell verwendet wie in Abb. 4 ersichtlich. Dadurch reduziert sich die Rechenzeit auf ca. 15min pro Parameterkombination. Die relevanten Designparameter für die Türeintrittsöffnung sind in Abbildung 5 zusammengefasst. Dabei bezeichnet r den Einstiegsradius, α_1 den Einstiegswinkel, h die Ziehtiefe und α_2 die Zargenöffnung. Zusätzlich zu diesen vier Parametern werden zwei weitere Blechgeometrieparameter berücksichtigt (Beschnittparameter), so dass die Modellierungsaufgabe insgesamt 6 reellwertige Designparameter umfasst, die jeweils in vorgegebenen Wertebereichen variiert werden können.

Lösungsmethode

Mit Hilfe von ClearVu Analytics wurde zunächst mittels eines „Design of Experiments“ Verfahrens (Latin Hypercubes) ein Plan für die Durchführung von ca. 2.000 Simulationsexperimenten erstellt. Die Simulationsexperimente liefern jeweils Aussagen über die Entstehung von Ausdünnungen sowie Reißen bei der Umformung, und diese numerischen Werte wurden in drei Bewertungsklassen aufgeteilt:

- Grün steht für eindeutig umformtechnisch herstellbare Formen (keine Reißen, keine wesentliche Ausdünnung).
- Rot steht für eindeutig umformtechnisch nicht herstellbare Formen (Reißer bzw. zu hohe Ausdünnung).
- Gelb definiert einen Übergangsbereich.

Diese Bewertungsklassen existieren für beide Zielgrößen (Reißer/Ausdünnung), so dass insgesamt neun Zustände möglich sind.

Anhand der 2.000 Datenpunkte kann ClearVu Analytics automatisch mit Hilfe statistischer Verfahren ein generalisierendes Modell der Beziehung zwischen Reißen bzw. Ausdünnungen und den Geometrieparametern erstellen. Das Modellierungsverfahren wird dabei nicht vorgegeben, sondern automatisch durch die Software ermittelt, so dass der Benutzer keine weiteren Vorkenntnisse über statistische datengetriebene Modellierung oder Data Mining benötigt. Durch die sog. Cross-Validierung wird sichergestellt, dass das so erhaltene Modell auch für neue Kombinationen der Eingabeparameter in der Lage ist, mit hoher Präzision die umformtechnische Herstellbarkeit zu prognostizieren.

Im Gegensatz zu den Simulationsläufen, die pro Berechnung ca. 8-12h benötigen, sind die Prognosen des so gelernten Modells verzögerungsfrei berechenbar. Dadurch wird die umformtechnische Bewertung eines neuartigen Designs mit Hilfe der in Abbildung 6 dargestellten Benutzeroberfläche interaktiv möglich, d.h., innerhalb einer einzigen Konstruktionsbesprechung können eine Vielzahl von Designvariationen diskutiert und bewertet werden. Die damit einhergehenden zeitlichen Vorteile sind von wesentlicher Bedeutung für den Entwicklungsprozess.

Vorgehensweise im Detail

Nachdem die Daten in ClearVu Analytics geladen worden sind, kann die automatische Modellierung in wenigen Arbeitsschritten aktiviert werden. Im Rahmen der automatischen Modellierung wird eine Vielzahl von Modellierungsverfahren, unter anderem lineare Modelle, Support Vector Machines, Random Forests, Fuzzy Modelle, Kriging-Verfahren, PLS- und RBF-Modelle auf die Daten angewendet und mit Hilfe einer automatischen Optimierung so angepasst, dass das bestmögliche Modell gefunden wird. Der Benutzer muss dafür nur wenige Schritte im Benutzerinterface von ClearVu Analytics durchlaufen – das System evaluiert die Modelle selbstständig und zeigt am Ende an, welches Modell für die gegebenen Daten am besten abgeschnitten hat. Dieses Modell kann dann für die Prognose der Umformbarkeit verwendet werden.

Ein entsprechendes interaktives Modellinterface, wie in Abbildung 6 dargestellt, erlaubt dann die Verwendung der Modelle mit Hilfe variierbarer Schieberegler, die die Einstellung der Geometrieparameter interaktiv möglich macht. Je nach Einstellung der Schieberegler wird grün, gelb oder rot als Indikator für das Auftreten von Reißen und Ausdünnungen vorhergesagt. Auf diese Weise erhält das Konstruktionsteam eine sofortige Bewertung der umformtechnischen Eigenschaften der Geometrie.

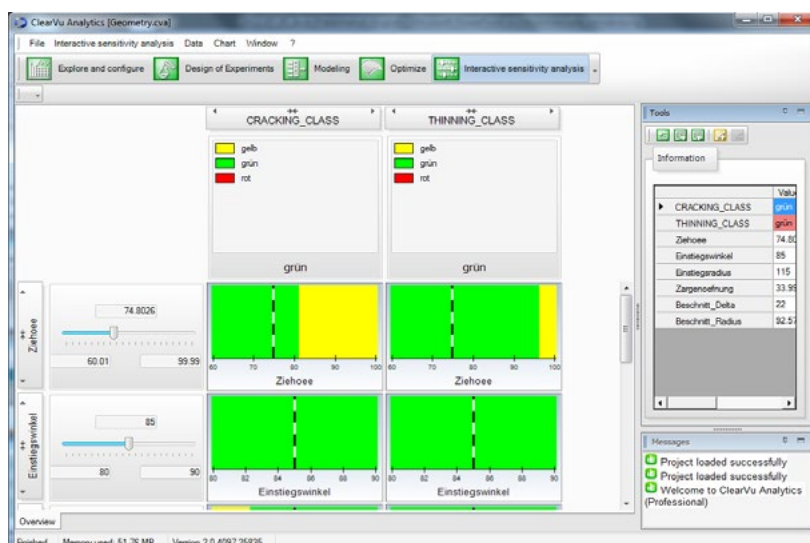


Abbildung 6: Interaktives Modellinterface zur Prognose der Umformbarkeit des Türeinstiegs. Über die Schieberegler auf der linken Seite werden die Geometrieparameter (hier sichtbar: Ziehtiefe und Einstiegswinkel) variiert, in den Spalten „CRACKING_CLASS“ und „THINNING_CLASS“ wird das Auftreten von Reißen oder Ausdünnung vorhergesagt.

Weitere Möglichkeiten

Häufigster Anwendungsfall dieser Art der datengetriebenen Modellierung ist nicht die Vorhersage einer diskreten Klassenzugehörigkeit, wie im vorangehenden Beispiel, sondern die Vorhersage einer oder mehrerer numerischer Ausgangsgrößen. Das Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten ist sehr breit und umfasst alle Bereiche, in denen aus prozessualen, experimentellen oder simulationsbasierten Daten schnelle tiefere Einblicke in die Zusammenhänge der Variablen untereinander oder mit den Ausgabegrößen gewonnen werden müssen und verlässliche Prognosen für neue Zustände gesucht sind.

Aufgrund der Leistungsfähigkeit des Ansatzes und der vielseitigen Einsetzbarkeit hat die BMW Group ClearVu Analytics als Standardverfahren für diese sogenannte Metamodellierung mittlerweile fest im Unternehmen etabliert und kooperiert mit der divis GmbH hinsichtlich der Entwicklung weiterer Releases. Ein entsprechender Kooperationsvertrag wurde im Juli 2011 von beiden Partnern unterschrieben.

Kontaktinformationen zum Projekt

kontakt@divis-gmbh.de
www.divis-gmbh.de
Tel.: 0231 – 9700 342

Kathrin Grossenbacher, Markus Ganser, Arnulf Lipp

BMW AG
Technologie Umformen und Werkzeugbau
Knorrstraße 147
80788 München
kathrin.grossenbacher@bmw.de , markus.ganser@bmw.de

Peter Krause, Thomas Bäck

divis intelligent solutions GmbH
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 20
44227 Dortmund
krause@divis-gmbh.de , baeck@divis-gmbh.de

KONTAKT



Verena Wolf
Assistenz der Geschäftsleitung
wolf@divis-gmbh.de
Tel: +49 231 97 00 340



Dipl.-Ing. Frank Hebel
Leitung Vertrieb
hebel@divis-gmbh.de
Tel: +49 231 97 00 342

Standorte



📍 Dortmund (Hauptsitz)

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20,
44227 Dortmund, Germany
Tel. 0231 9700 342,
Mail: kontakt@divis-gmbh.de

📍 Calgary (Office)

185 Tuscarora Heights,
Calgary, Alberta, T3L 2H3, Canada,
Tel. +1 403 589 4977,
Mail: shockey@divis-gmbh.com

📍 Houston (Office)

1610 Tucumcari Drive,
Houston, Texas, 77090, USA,
Tel. +1 281 713 6488,
Mail: Tom.Chambers@divis-gmbh.com

📍 Shanghai (Office)

GERCHI SC and P Co. Ltd., World Plaza,
Unit 28 A, Pudong South Road No. 855,
200102 Shanghai, China,
Tel. +86 216 888 6330,
Mail: contact@divis-gmbh.com