

Training für Neuronale Netze

RWTHTHEMEN 1/2008

Neuronale Netze sind lernfähige Computerprogramme. Ihr Funktionsprinzip ähnelt dem eines menschlichen Gehirns aber natürlich sind sie wesentlich einfacher aufgebaut. Ebenso wie das Gehirn ist ein neuronales Netz ein Verbund von einfachen Informationsverarbeitungseinheiten, die Neuronen oder Knoten genannt werden. Durch sie werden Informationen parallel verarbeitet.

Im Gegensatz zu konventionellen Verfahren ist es mit neuronalen Netzen möglich, analytisch nicht beschreibbare Zusammenhänge zwischen Eingangs- und Ausgangsdaten zu ermitteln. Dazu ist der 1986 in den USA entwickelte „Backpropagation-Algorithmus“ besonders geeignet. Seit etwa 20 Jahren werden mit Hilfe solcher Programme Maschinen und Anlagen gezielt optimiert und gesteuert. Am Institut für Textiltechnik, kurz ITA, wurden dazu spezielle Systeme entwickelt, die mittlerweile in fast allen Forschungsgruppen mit Erfolg eingesetzt werden. Eine typische Aufgabenstellung ist die Bestimmung der erforderlichen Maschineneinstellung, um ein vorgegebenes Produkt herzustellen. Die typische Vorgehensweise zur Lösung einer solchen Fragestellung wird am Beispiel eines textilen Prozesses erläutert.

44 Zunächst wird das neuronale Netz „trainiert“. Ziel des Trainings ist es, dass das neuronale Netz die Zusammenhänge zwischen den erforderlichen Maschineneinstellungen und den Produktkennwerten erlernt. Das heißt, es werden Datensätze vorgelegt, die sowohl aus den Produktkennwerten - Eingabe - als auch den entsprechenden Maschineneinstellungen - Ausgabe - bestehen. Üblicherweise sind 50 bis 500 Datensätze ausreichend, je nach Komplexität des Problems. Diese Datensätze müssen repräsentativ für den gewünschten Prozess sein. Der Verlauf des Trainings kann durch mehrere Faktoren beeinflusst werden. Diese werden so gewählt, dass während des Trainings das absolute Fehlerminimum gefunden wird. Dabei besteht die Gefahr, dass der Lernfehler womöglich nur gegen ein lokales und nicht gegen ein glo-

bales Minimum konvergiert. In Bild 1 ist eine typische Fehlerfläche eines neuronalen Netzes in Abhängigkeit zweier Faktoren dargestellt.

Die Überprüfung, ob ein Training erfolgreich war, erfolgt in der „Recall-Phase“. Nach Eingabe von Produktkennwerten, die das neuronale Netz noch nicht kennt, liefert es eine Voraussage der erforderlichen Maschineneinstellungen. Es werden nun Versuche durchgeführt, um zu überprüfen, ob mit den vorausgesagten Einstellungen tatsächlich die gewünschten Produktkennwerte erzielt werden. Letztere werden mit den gewünschten originalen Daten verglichen. In Bild 2 wird als Beispiel der Produktkennwert „Höchstzugkraftdehnung“ mit den erzielten Werten der Original-Vorgaben verglichen. Dieses gute Ergebnis belegt, dass das trainierte neuronale Netz nun die Zusammenhänge zwischen den erforderlichen Maschineneinstellungen und den Produktkennwerten erkannt und erlernt hat. Es ist auch möglich, den Datenbereich des Trainings zu verlässen, also beispielsweise größere Festigkeiten des Produkts zu fordern, als diese dem System bisher bekannt waren. Auch die umge-

kehrte Vorgehensweise ist möglich. In diesem Fall werden als Eingabewerte die Maschineneinstellungen vorgegeben. Die Ausgabe des so trainierten Neuronales Netzes besteht dann aus den zu erwartenden Produktkennwerten. Dies funktioniert in der Regel noch besser, weil die Zuordnung Maschineneinstellung $\rightarrow$ Produkt eindeutig ist, während die Zuordnung Produkt $\rightarrow$ Maschineneinstellung zu nicht-eindeutigen Ergebnissen führen kann. Ein und dasselbe Produkt kann unter Umständen mit unterschiedlichen Maschineneinstellungen erzeugt werden.

Solche und ähnliche Fragestellungen wurden schon in zahlreichen Forschungsprojekten des ITA, in der Regel in direktem Industriesauftrag, mit Erfolg bearbeitet und gelöst. Entsprechende Systeme finden sich daher mittlerweile in vielen Industrieunternehmen, zum Beispiel bei der Garn- und Flächenherstellung, aber auch in der Produktentwicklung für technische Textilien sowie im Komponenten- und Anlagenbau.

www.ita.rwth-aachen.de

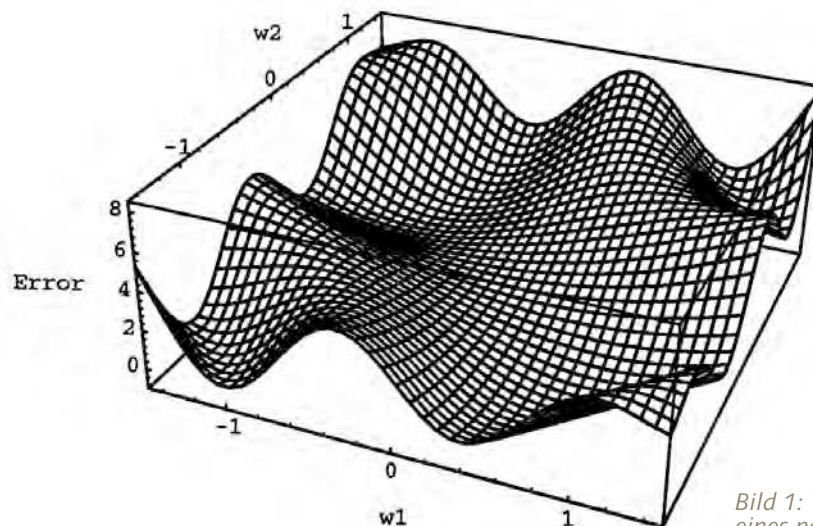


Bild 1: Typische Fehlerfläche eines neuronalen Netzes.

Autoren:

Cand.-Ing. Achim Besen studiert am Institut für Textiltechnik.
Dr.-Ing. Dieter Veit ist Akademischer Oberrat am Institut für Textiltechnik.

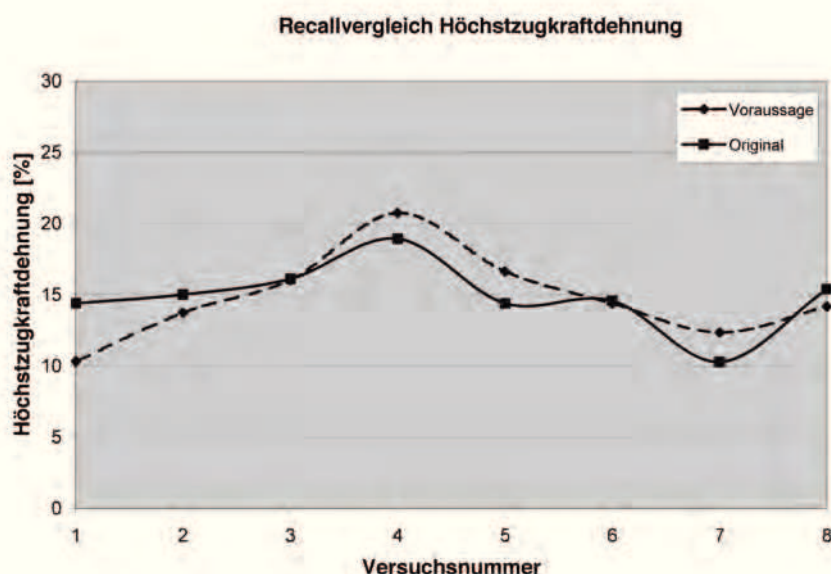


Bild 2: Vergleich der mit vorausgesagten Maschineneinstellungen erzielten Höchstzugkraftdehnungen mit den Originalwerten.



D E R E I G E N E W E G

GRÜNENTHAL ist ein unabhängiges, forschendes und international tätiges Pharmaunternehmen. Die Zukunftssicherung durch innovative Forschung ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Unternehmensphilosophie. Mit hohem Engagement konzentrieren wir uns auf unseren eigenen Weg: das Schmerz-Management in relevanten Indikationen.

GRÜNENTHAL GMBH
52099 Aachen, Deutschland

Sie sind

Mediziner, promovierte Naturwissenschaftler oder Diplom-Kaufleute (m/w)

und **Sie suchen** breite Aufgaben- und Verantwortungsbereiche in einem internationalen Umfeld und möchten dabei Ihre eigenen Ideen einbringen und verwirklichen können? Außerdem arbeiten Sie gerne in interdisziplinären Teams, sind begeisterungsfähig, Neuem gegenüber aufgeschlossen und wollen Dinge bewegen?

Dann sind Sie bei uns genau richtig!

Wir bieten Ihnen in unterschiedlichen Unternehmensbereichen die Chancen und Möglichkeiten, die Sie suchen.

Wir freuen uns darauf, Sie kennen zu lernen!

Nähere Informationen erhalten Sie unter www.grunenthal.de

Kontakt: Heike Dautermann, Corporate Human Resources,
E-Mail: heike.dautermann@grunenthal.com

