



Vorwort

Neuronale Netze

Künstliche neuronale Netze gelangen immer dann zum Einsatz, wenn es gilt, zwischen vielen Eingangs- und vielen Ausgangsgrößen eines Prozesses einen komplexen Zusammenhang zu erlernen und verlässlich herzustellen. Komplex bedeutet im Allgemeinen wesentlich nichtlinear.

Alle in einem Prozess möglichen Ein-/Ausgangsvariablen einem neuronalen Netz aufzubürden, verbietet allerdings die aus der Kombinatorik resultierende Such-/Verarbeitungszeit. So bedarf es also stets gewisser Erfahrung über den Prozess, welche Größen als Variable herausgezogen werden sollten. Ist diese Entscheidung günstig gelungen, dann ist es nicht hinderlich, wenn die Informationen zum Teil unsicher und verrauscht sind.

So wie in anderen Sparten der Technik auch, gibt es im Gebiet der neuronalen Netze keine einfachen und universellen Rezepte, keine generellen Einsatzkriterien und Qualitätssicherungen.

Als Regel mag gelten, dass die Genauigkeit und somit Modellqualität bei neuronalen Netzen häufig besser ist als bei klassischen Modellbildungen, die Rechenzeit aber oft noch ungünstiger; ein Nachteil, den die Rechnerentwicklung von selbst heilt. Softcomputing, zu dem neuronale Netze in ihrer General-Purpose-Computer-Absetzung zählen, verlangt eben reichlich Rechenkapazität. Ist ein Prozess schon durch physikalische, organisatorische oder funktionale Beziehungen überzeugend zu beschreiben, dann ist dieser ohnehin kein Einsatzgebiet für neuronale Netze.

Bei der Herausgabe von Schwerpunktheften zu speziellen Themen neigen Fachzeitschriften dazu, die theoretischen allgemein gültigen Aufsätze an die Spitze zu stellen und erst dann die Anwendungen folgen zu lassen. Im vorliegenden Schwerpunktheft soll es umgekehrt geschehen, ist dieses Heft doch schon das dritte einer Reihe „Neuronale Netze“ (siehe H. 7/8, 1995 und H. 6, 1999). In diesem Heft soll die Anwendungsnähe überzeugend wirken; daher sind die eher theoretisch ausgerichteten Arbeiten an den Schluss gereiht worden.

Nun näher zum Inhalt des gegenständlichen Heftes:

Auf die Zustandsschätzung als wesentliches Element der Optimierung in elektrischen Netzen zielt die Auswertung von Daten mit neuronalen Hopfield-Netzen ab (Garcia-Lagos, F., et al.). Als Anwendung werden Daten aus elektrischen Netzen geboten und mit klassischen Methoden verglichen; so zeigen neuronale Netze höhere Genauigkeit aber längere Rechenzeit.

Lastvorhersagen in der Elektrizitätsversorgung sind ein wichtiges Instrument, um die Erzeugung elektrischer Energie dem Verbrauch anzupassen und Transportprobleme einzuschließen. Während man bisher zu nichtlinearen Modellen der Vorhersage gegriffen hat, gibt ein Aufsatz speziellen Einblick in die Schätz- und Prognosequalität mit neuronalen Netzwerken und schließt die Unsicherheit des Vorhersageprozesses ein (Bartkiewicz, W.).

Für einen anderen komplexen Prozess in der Stahlproduktion wird ein Modell durch Training eines neuronalen Netzes gewonnen, danach das inverse Modell gebildet und dieses als Regler nichtkonventioneller Art verwendet (Pataki, B., et al.). Die Modellqualität wird anhand von Prozessdaten bestimmt, die nicht zum Training des neuronalen Netzes herangezogen wurden. Berichtet wird, dass das neuronale Gesamtmodell in der Qualität dem Ergebnis bei Überwachung durch das Betriebspersonal überlegen ist.

Anhand eines hybriden neuronalen Netzes (Wang, Y., et al.) wird der Siliziumgehalt bei der Stahlherstellung prognostiziert. Innere Schleifen mit Zeitverzögerung werden im neuronalen Netz eingebaut, um die Dynamik einzubeziehen und zu modellieren. Dabei wird der Backpropagation-Algorithmus mit Vergessensfaktor verwendet, um die Modellstruktur samt Dynamik zu erlernen.

Unter Regularisierung und Zuverlässigkeitsprüfung von Neuromodellen wird die Bestrebung verstanden, die optimale Parameteranzahl eines neuronalen Netzes auszuwählen und zu bestätigen. Dazu werden zwei Regularisationstechniken vorgestellt (Petrović, I., et al.). Das Modell als gültig zu erklären und objektiv zu beurteilen, ist ein wesentlicher Schritt dieses Identifikationsverfahrens. Das Verfahren wird an pH-Prozessen, z. B. für die Abwassertechnik, angewendet.

Die regelungstechnische Entwurfsmethode Matrizenvorgabe wird insbesondere für große Prozesse mit der Ergänzung versehen, die zeitliche Maximalamplitude der Stellensignale hart zu begrenzen (Weinmann, A.); erreicht wird dies mit modifizierten Widrow-Hoff-Algorithmen.

Eine weitere Arbeit stellt die Trainingsvorgänge dar, unter denen ein neuronales Netz zu einem Regler im Gleitzustand wird (Nakanishi, H., et al.). Die dem Gleitzustand eigenen hervorragenden Robustheitseigenschaften werden solchermaßen ausgeschöpft. Gleitzustände verlangen jedoch zumeist hohe Stellamplituden. Im gegenständlichen Aufsatz zu neuronalen Netzen wird die in der Praxis erforderliche Stellamplitudenbegrenzung genau berücksichtigt, was bei konventionellen Gleitzustandsreglern nicht gelingt.

Schließlich wird die Modellierung nichtlinearer dynamischer Systeme geteilt besorgt (Vajk, I., et al.). Die statische Nichtlinearität bildet ein neuronales Netz nach, die Dynamik ein externes Filter. Insbesondere wird hervorgehoben, welche großen Fehler Modellungenauigkeiten der statischen Nichtlinearität auf die Genauigkeit des Gesamtmodells hätten.

Auch wenn man ohne Erfahrung in der einschlägigen Technologie nicht auskommen wird und man nicht blind zu einem Neurosoftwarepaket greifen darf, kann man an das Softcomputing mit neuronalen Netzen hohe Erwartungen knüpfen. Dies zeigen die international regen Aktivitäten. Auch die Beteiligung an diesem Schwerpunktheft bestätigt diese Hoffnung.

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alexander Weinmann ÖVE
Vorstand des Instituts für Elektrische Regelungstechnik
der Technischen Universität Wien