

Vom Gehirn zum Walzwerk

Seit 18 Jahren entwickeln Siemens-Wissenschaftler lernende Software. Inzwischen haben sie eine ganze Bibliothek von Methoden erarbeitet, die sie erfolgreich auf so unterschiedliche Gebiete wie Walzwerke, Kraftwerke, Gentechnik, Geschirrspüler oder Logistikprozesse anwenden.

JEANNE RUBNER

Wenn das kein Hinweis ist, dass sie auf dem richtigen Weg sind. «Internetfirmen wie Google und Yahoo stellen derzeit reihenweise Leute ein, die etwas von lernenden Systemen verstehen», sagt Volker Tresp. Er entwickelt mit Kollegen im Fachzentrum «Lernende Systeme» bei Siemens Corporate Technology (CT) in München Lösungen für Stahlwerke, Waschmaschinen oder auch für «Data Mining», die Analyse grosser Datenmengen. Gerade diese Technik brauchen die Internetfirmen, um ihre Suchmaschinen zu verbessern. Doch die Siemens-Forschergruppe gibt es schon viel länger als Google oder Yahoo: Sie wurde vor 18 Jahren gegründet.

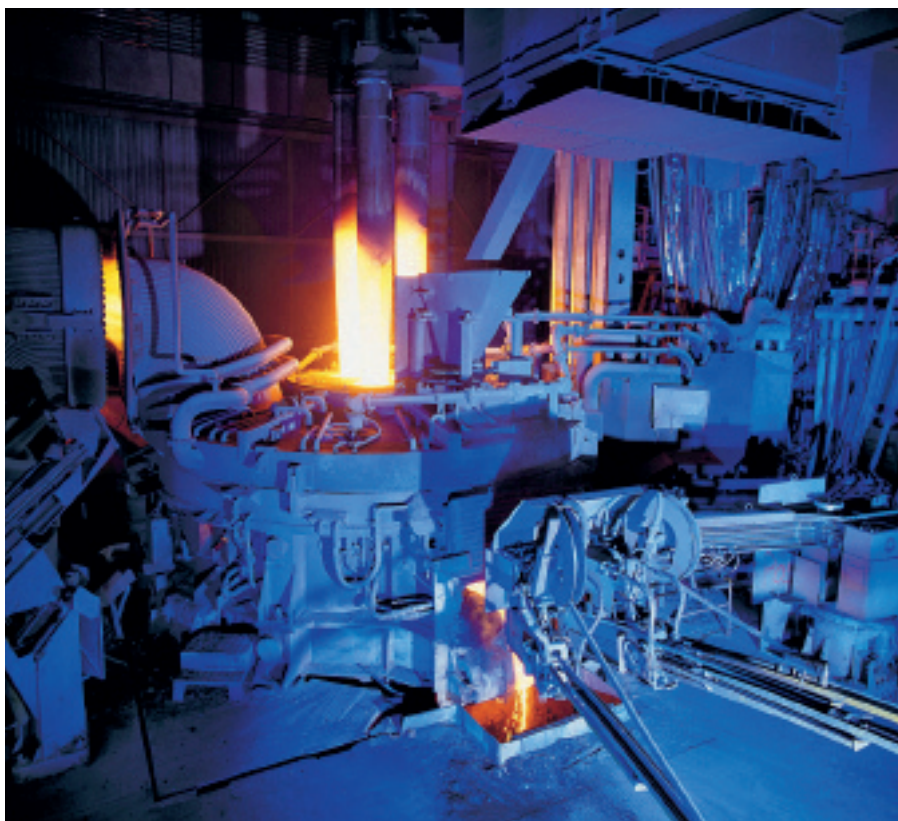
Die Kombination macht's

Die Idee der Neuronalen Netze ist 50 Jahre alt, doch erst Mitte der 80er-Jahre wurden ihre Eigenschaften gründlich erforscht. Bereits bei den ersten primitiven Netzen schienen die Ergebnisse so viel versprechend, dass man dachte, fast alles damit machen zu können – von der Erkennung von Mustern über autonome Roboter bis zu Wetterprognosen. Doch die Euphorie schwand, als sich herausstellte, dass Neuronale Netze in der Praxis oft nur von eingeschränktem Nutzen waren – was unter anderem daran lag, dass nicht ausreichend Trainingsmuster vorhanden waren.

Inzwischen wissen die Forscher, dass sich gute Ergebnisse vor allem durch Kombination mit anderen

Verfahren erzielen lassen. Zum Beispiel mit «Fuzzy Logik», einer unscharfen Logik, die nicht nur Null und Eins zulässt, sondern auch Zwischenwerte; oder mit statistischen Verfahren, die auf Basis der Wahrscheinlichkeitstheorie Vorhersagen machen. Zum Beispiel bei Simelt Simpax, einer Lösung für Direktreduktionsanlagen zur Erzeugung von Roheisen. In solchen Anlagen wird das Eisenerz nicht geschmolzen, sondern chemisch reduziert, indem heisses Erdgas darüber strömt und die Sauerstoff-

verbindungen löst. Steuern liess sich dies bislang nur mit viel Erfahrung und Fingerspitzengefühl, denn man muss etwa Temperatur und Roheisinentnahme genau einstellen, weil sonst das Eisen nicht rein genug wird. Wie hochwertig das Endprodukt ist, zeigt sich erst am Schluss des Prozesses – doch dann ist es zu spät, um noch einzugreifen. Lang hat daher ein Prognosemodell entwickelt, das auf lernenden Netzen sowie thermodynamischen Formeln beruht. Mit diesem Modell lässt sich der Prozess in



Lernende Software optimiert die Roheisenerzeugung. (Bild: ZVG)

Schwarmintelligenz – Ameisen und Wespen helfen

Neuronale Netze sind dem Gehirn abgeschaut, genetische Algorithmen der Evolution. Siemens-Forscher machen ebenfalls Anleihen bei der Natur, etwa bei Ameisen. Das sind faszinierende Lebewesen – weniger, weil sie besonders intelligent wären, sondern weil sie ihre Intelligenz ähnlich wie Bienen erst im Team, im «Schwarm», erlangen – daher der Begriff Schwarmintelligenz. Diese Strategie lässt sich für die Logistik nutzen, wie Thomas Runkler von Corporate Technology erläutert: «Häufig treffen Teile einer Lieferung zu spät im Lager ein oder werden beim Transport beschädigt. Dann muss der Lagerist umplanen und entscheiden, welcher Auftrag am wichtigsten ist.» Bei der heutigen «Just-in-time»-Produktion ist eine pünktliche Auslieferung – nicht zu früh, nicht zu spät – enorm wichtig. Bisherige Logistikprogramme sind aber unflexibel: Wenn sie überhaupt umplanen können, tun sie das nach festen Wenn-dann-Regeln. Runklers Insektenprogramm dagegen braucht keine festen Regeln. Es ordnet alle Aufträge neu und schlägt dem Lageristen vor, wie er die Komponenten zuteilen und wann welches Päckchen auf die Reise gehen soll. «Wir tun dabei so, als befänden sich die Komponenten in einer Futterquelle, auf die die

Ameisen zulaufen», sagt Runkler. Zunächst laufen alle los, ihre Wege sind rein zufällig. Nach einer Weile jedoch ergibt sich der kürzeste Weg von alleine, weil dort am häufigsten Tiere laufen und deshalb die Konzentration an Duftstoffen besonders hoch ist, was weitere Tiere anlockt – eine Ameisenstrasse ist entstanden. Ähnlich ordnet das Programm die Komponenten schnell und optimal den Aufträgen zu. Welcher Auftrag als erster das Lager verlässt, wird mit Hilfe von Wespen ermittelt. In der Natur übernimmt jede Wespe eine Aufgabe, etwa den Bau zu verteidigen oder Futter zu suchen. Je wichtiger ihre Aufgabe, umso eher setzt sie sich gegen andere durch. Im mathematischen Modell, das mit unscharfer Logik arbeitet, entspricht jeder Auftrag einer Wespe: Seine Bedeutung hängt etwa von der Zahl der noch fehlenden Komponenten oder einer eventuellen Verspätung ab. Steigt ein Auftrag in der Hierarchie nach ganz oben, geht er als erster auf die Reise. «In Experimenten sind wir fast ans Optimum herangekommen. In 97 von 100 Fällen wird pünktlich geliefert», sagt Runkler. Damit konnte die Liefertreue um 50 Prozent gesteigert werden. Lieferungen, die sieben oder mehr Tage zu spät eintreffen, gibt es praktisch nicht mehr. Die Algorithmen wurden bereits in mehreren Projekten mit Fujitsu Siemens Computers und Siemens Industrial Solutions and Services eingesetzt.

Echtzeit simulieren. Das Netz hat zuvor anhand von Beispielen gelernt, welche Eingangswerte – Konzentration der zugeführten Gase, Temperaturen oder Durchsatzgeschwindigkeit – einem möglichst reinen Eisen entsprechen.

Mit Hilfe des Prognosemodells lassen sich die Parameter innerhalb von Minuten anpassen. 2002 wurde das Modell mit realen Messdaten einer Anlage in Al-Jubail, Saudi-Arabien, getestet. Die Firma Midrex, Kooperationspartner von Siemens, beziffert den Gewinn durch den Einsatz von SIMPAX auf jährlich etwa eine Million Dollar für die drei Anlagenblöcke. Inzwischen liefert Siemens das Prognosemodell bei allen Neuanlagen mit.

Optimierte Walzkraft

Der Durchbruch für die Abteilung «Lernende Systeme» kam Anfang der 90er-Jahre mit einer Lösung für Stahl-Walzwerke. Hier ist

es besonders wichtig, die Härte des Materials zu kennen – denn davon hängt ab, mit welcher Kraft gewalzt werden muss. Dank eines 1993 erstmals eingesetzten Neuronalen Netzes, das seitdem kontinuierlich verbessert wurde, lässt sich die Walzkraft heute um 30 % besser bestimmen als früher. «Es hat sich als Standardverfahren etabliert», sagt Einar Broese von Siemens Industrial Solutions and Services.

Inzwischen wurde die Steuerungssoftware derart weiter entwickelt, dass die Physik des Walzens präzise erfasst wird und das Neuronale Netz die Abhängigkeit der Fliessspannung von der chemischen Zusammensetzung des Stahls beschreibt. Und es lernt im Betrieb dazu, das heisst, es nutzt die besten Ergebnisse wiederum als Lernbeispiele. Nach diesem Erfolg werden die Neuronalen Netze nun auch für andere physikalische Parameter im Walzwerk eingesetzt, etwa die Tem-

peraturberechnung oder die Vorhersage der Breite des entstehenden Stahlbandes. Denn die Kunden verlangen eine Mindestbreite, doch man will zugleich Überbreiten vermeiden, weil das zu viel Material kostet. Das Neuronale Netz, so zeigt sich in einem Werk in Duisburg, kann die Breite besser als bisher prognostizieren – und fast ein Zehntelprozent Material sparen helfen: Bei vier Millionen Tonnen Stahl, die pro Jahr in Duisburg verarbeitet werden, lassen sich beim Preis von mehreren 100 Euro pro Tonne jährlich Kosten in Millionenhöhe sparen. In rund 60 Walzwerken weltweit sind heute Neuronale Netze von Siemens im Einsatz. Walzwerk, Papierfabrik oder Kraftwerk – fast bei allen Steuerungsprozessen kann lernende Software Gewinn bringend eingesetzt werden. ■

Quelle: Siemens – Pictures of the Future
www.siemens.de/pof