

Press release

Technische Universität Chemnitz

Dipl.-Ing. Mario Steinebach

02/18/1999

<http://idw-online.de/en/news9225>

Miscellaneous scientific news/publications, Research projects
Biology, Economics / business administration, Information technology, Mechanical engineering
transregional, national

Neues Produktionssteuerungsverfahren nutzt genetische Algorithmen

Wissenschaftler der Chemnitzer Uni haben ein neuartiges Computerprogramm entwickelt, mit dem sich Produktionsvorgänge und die Belegung von Maschinen besser steuern lassen als bisher. Das Programm mit Namen PROPHET (PROduction Planning using Hybrid Evolutionary Technologies) benutzt sogenannte "Genetische Algorithmen", Rechenverfahren, die die biologische Evolution nachahmen können und sich so selbst vervollkommen und an wechselnde Situationen anpassen. Die Software wird erstmals vom 3. bis 6. März auf der Chemnitzer Industriemesse INTEC der Öffentlichkeit vorgestellt.

Was Charles Darwin mit Maschinenbau zu tun hat
Neues Produktionssteuerungsverfahren macht Anleihen bei Biologie

Wissenschaftler der Chemnitzer Uni haben ein neuartiges Computerprogramm entwickelt, mit dem sich Produktionsvorgänge und die Belegung von Maschinen besser steuern lassen als bisher. Das Programm mit Namen PROPHET (PROduction Planning using Hybrid Evolutionary Technologies) benutzt sogenannte "Genetische Algorithmen", Rechenverfahren, die die biologische Evolution nachahmen können und sich so selbst vervollkommen und an wechselnde Situationen anpassen. Die Software wird erstmals vom 3. bis 6. März auf der Chemnitzer Industriemesse INTEC der Öffentlichkeit vorgestellt.

Ob eine Kaffeekanne, ein neues Getriebe oder ein Fernseher hergestellt werden oder ob auch nur ein Buch gedruckt oder Blutproben untersucht werden - die dazu nötigen Maschinen werden immer komplizierter, die Arbeitsabläufe immer verwickelter. Gleichzeitig wird der internationale Wettbewerb immer schärfer. Um so wichtiger ist es deshalb, die Maschinen bestmöglich auszunutzen und zum Beispiel Liefertermine genau einzuhalten. Doch da liegt noch manches im Argen. Es ist nämlich gar nicht so einfach, das komplizierte Geflecht unterschiedlicher Maschinen aufeinander abzustimmen. Da liegt vielleicht ein Werkstück fünf Minuten unter der Säge, doch das Drehen dauert sechsmal länger, und die Bohrungen wiederum sind ganz schnell angebracht. Folge: Es kommt sogar dann zu Staus an einzelnen Maschinen, wenn die langsamen mehrfach vorhanden sind. Die Lagerkosten erhöhen sich, Termine können nicht eingehalten werden, unter Umständen stehen sogar teure Fachkräfte tatenlos herum, weil der vorherige Schritt noch nicht abgearbeitet ist.

Das kann das neue Optimierungsverfahren verhindern, das die Chemnitzer Betriebswirtschaftler Dr. Tobias Teich und Prof. Dr. Joachim Käschel von der Professur für Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre entwickelt haben. Mit der PROPHET-Software lassen sich Arbeitsabläufe und Produktionszeiten gegenüber herkömmlichen Optimierungslösungen um ein Fünftel bis ein Zehntel beschleunigen und damit Maschinen und Geräte wesentlich besser ausnutzen. Das haben erste Tests gezeigt. Die Software ist zudem in das Verbundprojekt MOBILEIT-S (MOdellbasierter Baukasten für Integrierte FertigungsLEITsysteme mit Simulationskern) eingebunden, das die Chemnitzer gemeinsam mit Prof. Wolfgang Maßberg und seinem Team vom Lehrstuhl für Produktionssysteme der Uni Bochum sowie mit mehreren Partnern aus der Industrie entwickeln. Um das PROPHET-Programm besser vermarkten zu können, haben Prof. Käschel und Dr. Teich überdies eigens die Firma OptiXsoft gegründet.

Mittlerweile ist das System bei der Firma pe Diagnostik in Flöha, unweit von Chemnitz, installiert. Dort werden unter anderem Blut, Urin, Speichel und andere medizinische Proben auf ihren Gehalt an Spurenelementen untersucht. Dazu dient ein Massenspektrometer. Das Programm bündelt die Untersuchungsaufträge, steuert den Durchlauf der einzelnen Proben und sorgt dafür, daß Termine für die Ablieferung der Ergebnisse eingehalten werden. Zudem hält es die Kosten niedrig, indem es Untersuchungen bündelt. Denn oft lohnt es nicht, eigens ein spezielles und teures Analysengerät anzuwerfen, nur weil einige Proben eingetroffen sind. Geht ein neuer Kundenauftrag ein, kann die Software innerhalb weniger Minuten berechnen, wie er am besten in die anderen Arbeitsabläufe eingegliedert werden kann. Der Einsatz bei einer Chemnitzer Zahnradfabrik und einem Maschinenbauunternehmen stehen ebenfalls kurz bevor. Die Leistungsfähigkeit des neuartigen Programms geht aber weit über diese Beispiele hinaus: Es könnte ebenso gut etwa Stunden- und Raumbelungspläne für Schulen erstellen, die Nachbestellung von Waren in Kaufhäusern regeln oder bei einer uralten Aufgabe helfen, die immer noch eine mathematische Herausforderung darstellt, die des Handelsreisenden. Dabei soll ein Vertreter möglichst viele Städte in möglichst kurzer Zeit besuchen und dabei gleichzeitig so wenig Kilometer wie möglich zurücklegen.

Die neue Software berechnet die Arbeitsabläufe mit Hilfe genetischer Algorithmen. Um Optimierungsprobleme zu lösen, gibt es eine ganze Reihe unterschiedlicher Rechenverfahren, die so ungewöhnliche Namen wie Simuliertes Vergüten, Sintflut-Methode, Grenzwert-Akzeptanz oder Tabu-Verfahren tragen, die jedoch alle verschiedene Schwächen haben. Anders der "genetische Algorithmus": Er ahmt die Strategie der Evolution, die Entwicklung von einfachen Lebewesen zu immer höher entwickelten Formen nach - und das in wesentlich kürzerer Rechenzeit.

Im vergangenen Jahrhundert erkannte der englische Forscher Charles Darwin, daß alle Lebewesen von Generation zu Generation kleine Unterschiede aufweisen, die erblich sind. Einige dieser Unterschiede sind unter bestimmten Bedingungen vorteilhaft. Nachkommen mit solchen vorteilhaften Eigenschaften haben eine größere Chance, sich zu vermehren und zu überleben. Darwin nannte das den "Kampf ums Dasein", in dem "die am besten Angepaßten überleben". Die Erbanlagen (Fachwort: Gene) bestehen aus einer Verbindung von bestimmten Säuren mit Zucker. Tausende solcher Verbindungen liegen als lange Ketten aneinandergereiht auf sogenannten Chromosomen. Neue Eigenschaften entstehen durch plötzlich auftretende Veränderungen, Mutationen genannt, an den Säuren oder Zuckern. Eine weitere Möglichkeit ist die Rekombination, bei der die Erbanlagen der Elterngeneration gewissermaßen durcheinander gewürfelt werden.

Genau genommen sind diese Erbanlagen nichts anderes als Informationen: Die unterschiedlichen Säure-Zucker-Bausteine entsprechen dann den Buchstaben, die Gene Wörtern oder ganzen Sätzen. Und Informationen kann man in Rechnern verarbeiten. Das brachte unabhängig voneinander Anfang der sechziger Jahre den Amerikaner John Holland und den Deutschen Ingo Rechenberg auf die Idee, den Prozeß der Evolution in einem Rechenverfahren nachzubilden, dem "Genetischen Algorithmus", auch "Evolutionsstrategie" genannt. Bei einem genetischen Algorithmus wird zunächst ein Problem mit verschiedenen Ausgangswerten durchgerechnet. Die Lösungen entsprechen, biologisch gesehen, der ersten Generation. Nur diejenigen Lösungen, die einen Erfolg versprechen, also einem Arbeitsablauf am besten "angepaßt" sind, werden weiter verwendet. Um herauszufinden, welche das sind, benutzt man eine zuvor festgelegte "Fitnessfunktion". Dann werden die Ausgangsbedingungen vom Programm leicht verändert - dies entspricht der Mutation und der Rekombination - und erneut gerechnet, worauf wieder eine Fitnessbewertung folgt, und so weiter. Solche Ausgangsbedingungen können etwa der momentane Lagerbestand, die aktuellen Bedarfsprognosen oder auch die Zahl der Mitarbeiter sein, die sich zur Zeit im Urlaub befinden.

Das Verfahren paßt sich - wie die Evolution - flexibel jeder veränderten Situation an. Wer es nutzt, muß auch nicht wissen, wie man ein Problem löst, er muß lediglich das Problem selbst formulieren und die Fitnessfunktion festlegen. Entweder rechnet man eine bestimmte Anzahl von Generationen, zum Beispiel 50, durch, oder man rechnet so lange, bis das erwünschte Ergebnis, also etwa die bessere Maschinenauslastung, erreicht ist. Das Besondere dabei: Es wird nicht nur eine einzige Lösung berechnet, sondern immer mehrere auf einmal, und nur mit den erfolgversprechenden Lösungen rechnet man weiter, um so schrittweise zur besten Lösung zu gelangen. Durch das ständige Aussortieren unbrauchbarer Lösungen müssen nicht so viele Berechnungen vorgenommen werden wie mit herkömmlichen Verfahren. Die gesuchte Lösung wird daher erheblich schneller gefunden.

(Autor: Hubert J. Gieß)

Weitere Informationen: Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Reichenhainer Straße 39, 09107 Chemnitz, Prof. Dr. Joachim Käschel, Telefon 03 71/5 31-42 44, Fax 03 71/5 31-39 58, e-mail: j.kaeschel@wirtschaft.tu-chemnitz.de, oder Dr. Tobias Teich, Tel. 03 51/5 31-41 93, e-mail: t.teich@wirtschaft.tu-chemnitz.de