



Wer entscheidet für den Schwarm? Intelligentes Verhalten als Summe des Einzelverhaltens – ohne übergeordnete Instanz.

Bild: fotobyline

# Die Biologie als Wegweiser

**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ** Seit etwa zehn Jahren erlebt die Erforschung künstlicher Intelligenz eine Renaissance, die vor allem durch die zunehmende Nutzung von Online-daten vorangetrieben wird. Die Erkenntnisse können für Prozesse der Logistik vielfältig genutzt werden.

TEXT THOMAS HANNE

**G**oogle und Co. haben längst erkannt, dass die Nutzung intelligenter Techniken den Mehrwert von Big Data wesentlich steigern kann. Ansätze des maschinellen Lernens helfen dabei, in Daten nicht offensichtliche Muster zu erkennen. Computational Intelligence (CI) nimmt bei der Entwicklung entsprechender Algorithmen eine wichtige Stellung ein. Neben maschinellem Lernen auf Grundlage von neuronalen Netzen erlangen zwei weitere Techniken grosse Bedeutung: Fuzzy-Ansätze, die Informationen als unscharf behandeln können, sowie biologisch inspirierte Ansätze wie Schwarmintelligenz, die hinreichend gute Lösungen für komplexe Optimierungsprobleme finden können. Insbesondere für die sogenannten NP-schweren Probleme lassen sich mit klassischen Methoden der Optimierung nämlich oft keine exakten Lösungen innerhalb einer angemessenen Zeit finden, während die CI-Ansätze meist schnell gute Näherungslösungen ermitteln.

## DER NUTZEN FÜR DIE LOGISTIK

Forscherinnen und Forscher am Institut für Wirtschaftsinformatik (IWI) der FHNW

## GLOSSAR

### Fuzzy-Ansatz

Ein Modell, in dem bestimmte Zusammenhänge mit Hilfe der Fuzzy-Logik «unscharf» abgebildet werden. Ein solches Modell kann unvollständiges oder vages Wissen in vielen Fällen besser berücksichtigen als andere Ansätze.

### Fuzzy-Logik

Eine Erweiterung der klassischen Logik, die nicht nur die Zustände «wahr» und «falsch» kennt, sondern Wahrheitswerte auf einer Skala von 0 bis 1 abbildet.

### Heuristik

Einfache und zumeist schnelle Methodik, um eine Lösung für ein Such- oder Optimierungsproblem zu ermitteln. Eine entsprechende Lösung ist zumeist nicht optimal, aber hinreichend gut für praktische Zwecke.

### Metaheuristik

Eine Heuristik, die auf einem allgemeinen Lösungskonzept beruht, das für unterschiedliche Probleme geeignet ist oder angepasst werden kann. Die Konzepte sind häufig der Natur entlehnt, wie zum Beispiel bei Schwarmalgorithmen oder evolutionären Algorithmen.

### Neuronales Netz

Ein neuronales Netz ist ein vereinfachtes Computermodell realer Nervennetze, das für Zwecke wie Datenanalyse oder Mustererkennung eingesetzt werden kann.

### NP-schwer

Begriff aus der Komplexitätstheorie zur Kennzeichnung einer Klasse von Problemen, für die nur Algorithmen mit exponentieller Laufzeit für deren exakte Lösung bekannt sind. Für die schnelle Lösung solcher Probleme eignen sich insbesondere Heuristiken und Metaheuristiken.

### Schwarmintelligenz

Komplexes, intelligentes Verhalten, das durch einfache Agenten zustande kommt. Häufig wird hierbei Schwarmverhalten von Tieren (Vogelschwärme oder Ameisen) nachgeahmt.

### Schwarmalgorithmen

Verfahren, die einfache Agenten und die resultierende Schwarmintelligenz zur Lösung von Such- oder Optimierungsproblemen nutzen.

### Evolutionäre Algorithmen

Algorithmen, die Prozesse der biologischen Evolution simulieren und für Such- oder Optimierungsaufgaben nutzen. Einer der wichtigsten Vertreter sind die genetischen Algorithmen.

beschäftigen sich seit über dreissig Jahren mit entsprechenden Techniken. So wenden sie evolutionäre Algorithmen (genetische Algorithmen, Evolutionsstrategien) und Methoden der Schwarmintelligenz erfolgreich auf verschiedene Probleme in Industrie und Wirtschaft an.

Das Institut der FHNW beschäftigt sich unter anderem mit betrieblichen und betriebsübergreifenden Standardproblemen in der Logistik – mit der Bestimmung optimaler Losgrössen oder Bestellmengen, Fragen des Lagermanagements, Problemen der Ablaufplanung (Scheduling), Transportplanungsproblemen wie dem Bilden optimaler Routen, oder auch strategischen Fragestellungen wie der Standortplanung oder der Gestaltung von Liefernetzwerken.

Nahezu alle diese Probleme können unter realistischen Bedingungen als NP-schwer charakterisiert werden, sodass entsprechend leistungsfähige Algorithmen (wie aus dem CI-Bereich) für deren Lösung

benötigt werden. In seinem neuen Buch (siehe Hinweis in der Box) gibt der Autor dieses Textes einen Überblick über entsprechende Techniken wie evolutionäre Algorithmen, Schwarmalgorithmen, neuronale Netze, Fuzzy-Logik und künstliche Immunsysteme.

Dabei geht es auch um verwandte Techniken aus dem Gebiet der Heuristiken und Metaheuristiken. Die Hauptschwierigkeit dabei ist meist nicht, einen geeigneten Algorithmus für ein zu lösendes Problem zu finden, sondern diesen so anzupassen, dass effiziente Ergebnisse erzielt werden. So beschäftigen sich die Autoren vorwiegend damit, die jeweiligen Probleme mathematisch zu beschreiben und aufzuzeigen, wie geeignete Algorithmen jeweils entsprechend gestaltet und angepasst werden können. Anders gesagt: Intelligente Algorithmen sehen die zu lösenden Probleme meist nicht als Blackbox, sondern passen sich diesen in ihren Suchstrategien nach den besten Lösungen an.

Anzeige

**sage 50 Extra**

**VOLLE KONTROLLE ÜBER IHR BUSINESS!**

Mit dem Schweizer Standard in der Buchhaltung

Die Software für KMU & Treuhänder

[www.sage50extra.ch](http://www.sage50extra.ch)



**KEINE STANDARDLÖSUNGEN**

Auch die Probleme selbst sind vielfältig und treten in zahlreichen Varianten auf, was wiederum einen Einfluss auf die Gestaltung der Algorithmen hat. Das einfachste Tourenbildungsproblem, das bekannte «Travelling Salesman Problem», versucht lediglich, eine optimale Reihenfolge von zu besuchenden Orten oder Kunden zu finden, ohne dass weitere Informationen oder Nebenbedingungen berücksichtigt werden. Beim «Capacitated Vehicle Routing Problem» werden dann immerhin Kapazitätsbeschränkungen von Fahrzeugen berücksichtigt. Weitere Pro-

blemvarianten betrachten die Zeitfenster der zu besuchende Kunden, kombinierte Abhol- und Anliefervorgänge, maximale Transportdauern, alternative Fahrzeugstandorte oder mehrstufige Transporte.

Generell gilt, dass die Unterstützung von Unternehmen bei der Lösung ihrer logistischen Probleme nur dann gelingt, wenn die Komplexität des realen Planungsproblems in einem entsprechenden mathematischen Modell berücksichtigt wird und anschliessend geeignete Lösungsmethoden angepasst und kalibriert werden. Optimale Lösungen von der Stange gibt es nicht!

häufig «echte» Optimierungsverfahren. Selbst in den sogenannten APS-Produkten (Advanced Planning and Scheduling) ist die Versorgung mit intelligenten Verfahren oft fraglich oder zumindest schlecht dokumentiert. Es liegt also meist in der Eigeninitiative von Unternehmen, massgeschneiderte Softwarelösungen für ihre Planungsprobleme entwickeln zu lassen. Das Institut für Wirtschaftsinformatik IWI stellt sich für Forschungs- und Entwicklungsprojekte als Partner zur Verfügung. ■

**DAS BUCH**

Neu erschienen im Springer-Verlag ist jetzt auf Englisch das Buch «Computational Intelligence in Logistics and Supply Chain Management» (ISBN 9783319407203). Darin beschäftigen sich die Autoren Rolf Dornberger und Thomas Hanne mit verschiedenen betrieblichen und betriebsübergreifenden Standardproblemen in der Logistik.

**UNTERSTÜTZENDE SOFTWARE**

Ein wichtiger Punkt ist auch die aktuelle Unterstützung von Unternehmen durch entsprechende Software. Obgleich der Wunsch nach Prozessverbesserungen oder Kosteneinsparungen in der Logistik und im Supply-Chain-Management gross ist, stehen entsprechende Algorithmen aus der Computational Intelligence den Unternehmen bislang nur vereinzelt zur Verfügung.

In Standardprodukten wie ERP-Systemen, Lagerverwaltungssystemen oder Transportmanagementsystemen fehlen

**DER AUTOR**

Prof. Dr. Thomas Hanne ist Leiter des Kompetenzschwerpunktes Systems Engineering am Institut für Wirtschaftsinformatik IWI und Dozent an der Hochschule

für Wirtschaft der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW.

Anzeige



Payment Services



Wenn man die besten  
Produkte mit bestem  
Service kombinieren will.

Effizienz und Leidenschaft sind Grundpfeiler eines erfolgreichen Geschäftsalltags. Darum brauchen Sie einen effizienten und verlässlichen Bezahlservice, der Ihnen jeden Tag zur Seite steht. Sodass Sie sich voll und ganz auf Ihr Business konzentrieren können. Weil Qualität zählt. [six-payment-services.com](http://six-payment-services.com)