

Vorbild *Ameise*

An der Donau-Universität Krems wurde mit Unterstützung vom Technopol-Programm von ecoplus, der niederösterreichischen Entwicklungsagentur, ein neues selbstorganisierendes Sensorsystem entwickelt. Die Forschergruppe DI Andreas Kos, Christoph Mayerhofer, DI Karlheinz Kellner und Dr. Martin Brandl übertrug das Ameisen-Orientierungsmuster auf die Technik von autarken Funksensoren.



Dr. Martin Brandl: „Algorithmus lässt Haus- und Umwelttechnik in Zukunft selbstgesteuert agieren.“



Technische Lösungen am Weg zur Selbstorganisation.

Ameisen orientieren sich weder an Verkehrsschildern, noch spricht ein Navigationssystem leise zu ihnen. Wieso kennen sie dennoch ihren Weg? Alle Ameisen hinterlassen auf ihren Wanderungen zur Futterquelle biochemische Duftstoffe, so genannte Pheromone. Sie koordinieren die Schwarmintelligenz dieser Tiere.

Die neu entwickelten, autarken Sensoren werden an Fenstern und Türen sowie zur Raumüberwachung angebracht und kommunizieren drahtlos mit einem zentralen Knoten, der Basisstation. „Künftig haben wir eine technisch ausgefeilte Lösung für die Alarmerung von Bewohnern, wenn es um die Bekämpfung von Bränden oder Überflutungen sowie Umweltgiften wie Ozon und Staub geht.“ Das macht den Markt für Sensortechnik hellhörig. Stolz blickt Dr. Martin Brandl vom Zentrum für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität Krems auf die in seiner Arbeitsgruppe entwickelten intelligenten, selbstorganisierenden Funksensornetze. „Am besten eignen sich die Sensoren für die Beobachtung von Mülldeponien, in Hausalarmanlagen, Umweltzentralen oder zur präventiven Überwachung von Umweltbelastungen wie Kohlendioxid, Toxine oder Kampfstoffe.“

Die Sensoren funktionieren wie Ameisen, die auch ohne Oberaufseher in die richtige Richtung zur Futterquelle laufen. Warum? „Jener Punkt, der am intensivsten nach einer Ameise duftet, die bereits da war, wird schnellstens angesteuert. Diese Verhaltensweise der Ameise haben wir uns zum Vorbild genommen“, erklärt Brandl. Als Entwickler des neuen „Routing Algorithmus“ beschäftigt er sich mit der Schwarmintelligenz bzw. kollektiven Intelligenz, einem Forschungsfeld der Künstlichen Intelligenz (KI). Ausgehend von Staaten bildenden Insektengesellschaften wie Bienen oder Ameisen wird versucht, die dort eingesetzten Lösungsstrategien zur Selbstorganisation auf andere Bereiche zu übertragen.

Brandl übertrug den in der Natur stattfindenden Prozess der Selbstorganisation auf eine technische Lösung: Obwohl alle Ameisen unabhängig voneinander agieren, lösen sie summa summarum ein komplexes Problem – sie organisieren einen komplexen Staat mit Zigtausend Individuen. Sie regeln ihre Selbstorganisation über

biochemische Duftstoffe (Pheromone), die andere Ameisen ihres Schwarms anziehen. Gibt es zwischen Nest (Basisstation) und Futterquelle (Sensor) mehrere mögliche Wege, so wird mit der Zeit auf dem kürzesten (vorteilhaftesten) Pfad eine höhere Pheromonkonzentration als auf den anderen vorherrschen. Damit wählen Ameisen bevorzugt diesen Weg, der sich durch Benutzung verfestigt. Es geht immer der Nase nach: Ameisen orientieren sich anhand einer Duftspur, deren Intensität abhängig von der Anzahl der über die Duftspur laufenden Ameisen ist. Je mehr Ameisen auf einem Weg laufen, desto höher ist demnach sein Duft.

Diesem Verhalten liegt folgendes Prinzip zugrunde: Eine Ameise wählt immer den Weg des höheren Pheromons. Soll ein Sensor seine Messdaten zur Basisstation übertragen und ist diese außerhalb seiner Reichweite, so werden die umgebenden Sensoren als Vermittlungsstationen für die Übertragung verwendet. Die Auswahl der Sensoren, welche die Messdaten zur Basisstation vermitteln, erfolgt über einen Pheromon-basierten „Routing Algorithmus“.

In technischer Hinsicht werden die Sensorknoten mit dem höchsten „Duft“-Gehalt ausgewählt und über diese die gesammelten Daten drahtlos übersendet. Außerdem berechnet jeder Sensor seine Pheromonwerte selbst, indem er diese ständig mit der Quelle bzw. Basis abgleicht. „Damit spiegelt er nicht nur seinen eigenen, sondern auch den Energiezustand aller Sensoren einer Straße wider“, ergänzt der Wissenschaftler. „Sensorenknoten mit niedrigeren Werten als dem eigenen sind demzufolge für alle anderen Knoten uninteressant. Auch kann ein Knoten nur Daten an einen Nachbarknoten mit höherem Gehalt senden, andernfalls würden die Daten in die falsche Richtung laufen.“ Findet ein Knoten keinen Nachbarknoten für die Aussendung der eigenen Daten, so sinkt sein Pheromonwert weiter ab, bis er niedriger ist als der seines Nachbarknotens. „Damit ist immer eine drahtlose Kommunikation mit der Basisstation möglich.“ – Riechen denn nun die Sensoren und wenn ja, wonach? „Sie riechen natürlich nicht nach etwas, die Organisation ihrer Datenübertragung funktioniert lediglich nach diesem Prinzip“, so Brandl.

