



Wenn der Sensorknoten mit einer Antenne ergänzt wird, kann er die erfassten Daten in ein drahtloses Netzwerk einspeisen oder via Mobilfunknetz übertragen.

Ein Netzwerk aus Sensoren, die ihre Umwelt beobachten, alle drahtlos miteinander verbunden sind und sich jederzeit ferngesteuert neu organisieren lassen. Ein Traum für Geologen, Ingenieure oder Landwirte. Forscher von IBM sind daran, den Traum wahr zu machen.

Drahtlose Sensornetzwerke für jedermann

Von Beat Glogger

Unzählige kleine Kästchen messen in einem weitläufigen Landwirtschaftsgebiet permanent die Feuchtigkeit des Bodens. Sie funken ihre Daten an einen zentralen Computer, der damit die Wasserversorgung reguliert. Ferngesteuert leiten Schieber und Schleusen das kostbare Nass in jene Teile des Feldes oder Gewächshauses, die zu trocken sind.

Fingerhutgrosse Sensoreinheiten an der Kleidung eines verhaltensauffälligen Kindes registrieren laufend seine Bewegungen. Via ein drahtloses Netzwerk gelangen die Werte zum Laptop der Kinderpsychiaterin, die aufgrund des Bewegungsmusters eine Diagnose erstellen kann.

Beide Szenen sind noch Zukunftsmusik. Doch eine Neuentwicklung von IBM Research könnte eine derart breite Anwendung drahtloser Sensornetze möglich machen. Sensorknoten, so genannte Motes, sind an sich nichts Neues, wie Thorsten Kramp vom Rüschtliker Forschungslabor sagt. „Aber mit unserer neuen Software wird deren Programmierung und Bedienung viel einfacher.“

Bisher brauchte es für die Handhabung eines Netzwerks aus Sensorknoten ausgebildete Spezialisten. Mit dem so genannten Mote Runner von IBM soll ein Landwirt, eine Ärztin oder andere Anwender ihre

Der Sensorknoten oder „Mote“

Bei einem so genannten Mote handelt es sich im Prinzip um einen winzigen Computer, dessen Fähigkeiten auf wenige, ganz bestimmte Funktionen eingeschränkt sind.

Der neue Mote Runner von IBM ist auf handelsübliche Sensorknoten wie zum Beispiel Iris von Memsic ausgelegt.

Sein Prozessor umfasst lediglich 8–32 Bit. Klein sind auch der Arbeitsspeicher (4–8 Kilobyte RAM, bei grösseren Systemen bis 128 Kilobyte) und der Flash-Speicher (64 Kilobyte). „Das entspricht etwa einem Rechner aus den 1970er-Jahren“, sagt Thorsten Kramp von IBM Research.

Dieser Minicomputer ist ausgestattet mit einer Stromversorgung, und er kann verbunden sein mit Sensoren, die Umgebungsdaten erfassen, oder mit Aktuatoren, die zum Beispiel eine mechanische Aktion ausführen. Wenn der Sensorknoten mit einer Antenne ergänzt wird, kann er die erfassten Daten in ein drahtloses Netzwerk einspeisen oder via Mobilfunknetz übertragen.

Netzwerke selbstständig und jederzeit an ihre sich ändernden Bedürfnisse anpassen können.

Neue Software für bewährte Technik

Dazu hat IBM keine neuen Motes entwickelt, sondern eine Softwarelösung, die aus zwei Teilen besteht: einerseits aus einer Virtual Machine, die auf dem Mote installiert ist und es sehr einfach macht, neue und portable Applikationen zu entwickeln. Und andererseits aus einer Plattform für Anwender und Entwickler. Sie soll einige Nachteile bisheriger Sensornetze beheben, deren Handhabung vereinfachen und die Einsatzmöglichkeiten erweitern.

Schon heute werden zu Netzwerken zusammengeschlossene Sensorknoten an vielen Orten eingesetzt: zum Beispiel in Automobilen, wo sie verschiedenste Messgrössen wie Beschleunigungen in alle Richtungen, Radbewegungen, Temperaturen oder Abstände erfassen und so zur aktiven Sicherheit beitragen.

Im Auto sind die Sensorknoten über Leitungen an den Zentralrechner angeschlossen. Wenn das zu überwachende System aber wesentlich grösser als ein Auto ist, zum Beispiel eine weitläufige Farm in Australien oder ein mehrere Quadrat- →

„Lassen sich drahtlose Sensornetze erst einmal einfach programmieren und verwalten, erlaubt dies unseren Kunden, das enorme Potenzial von sensorbasierter Analytik noch stärker zu nutzen.“

Thorsten Kramp
IBM Research – Zürich

kilometer grosses Erdölfeld, dann müssen die Motes drahtlos kommunizieren. Und diese Kommunikation muss auch unter schwierigen Bedingungen gewährleistet sein, im Polareis, im Wasser oder wenn starke elektrische Felder stören. Zudem darf der Ausfall eines einzelnen Knotens nicht gleich das ganze Netz zusammenbrechen lassen – besonders wenn es an schwer zugänglichen Orten eingesetzt ist oder in einer Industrieanlage, die nicht einfach angehalten werden kann, um einen defekten Sensor auszuwechseln. Das System muss selbst erkennen, wenn ein Knoten ausfällt, und es muss das Loch im Netz selbstständig stopfen. „Eine Art Selbstheilungsprozess“, nennt dies Thorsten Kramp.

Um möglichst lange möglichst selbstständig zu funktionieren, dürfen die Motes auch nur ein Minimum an Energie verbrauchen. Jedoch sind die Möglichkeiten, den Energieverbrauch eines einzelnen Mote zu reduzieren, mehr oder weniger ausgeschöpft. Aber ihre Einbindung ins Netzwerk – also die Radiokommunikation – ist heute noch ein wahrer Energiefresser. Darum ist das auf dem Sensorknoten installierte Netzwerkprotokoll des Mote Runner ausdrücklich darauf ausgelegt, so wenig Energie wie möglich zu verbrauchen. „Ein einzelner Mote soll mit zwei AA-Batterien ein Jahr lang laufen“, umschreibt Kramp das Ziel, das er und sein Team sich für die Entwicklung gesetzt haben. Das bedeutet zum Beispiel, dass die Sensorknoten nicht ständig auf Senden oder Empfang sind, sondern die meiste Zeit nur schlafen. „Wer besser schläft, lebt länger“, lacht Kramp.

Jedoch darf ein Sensor, der eine Messung ausgeführt hat, seine Daten nicht in ein schlafendes Netz verschicken. „Das Geheimnis des energieeffizienten Netzes besteht in der exakten Synchronisierung der Knoten. Alle sollen gleichzeitig schlafen und wachen beziehungsweise dann aufwachen, wenn ein anderer etwas zu melden hat. Wobei es immer von der jeweiligen Anwendung abhängt, wie lange diese Phasen sind. Bei einem Netz für die Überwachung der Bodenfeuchte reicht vermutlich eine Messung jede Stunde. Zur Erfas-

sung des Bewegungsmusters einer Person braucht es vielleicht eine Messung jede Sekunde. „Aber auch da gibt es genügend Zeit dazwischen, um zu schlafen“, meint Thorsten Kramp.

Künftig, so der Entwicklungsingenieur, kommt die Energie ohnehin nicht mehr aus Batterien, sondern vermehrt von Solarzellen oder Sonden, die zum Beispiel Änderungen des pH-Werts oder des Drucks in Strom verwandeln.

Gratisangebot zur Inspiration

Ein zweiter Teil des Mote Runner bietet im zentralen Rechner Werkzeuge für das Management des Netzes und für die Entwicklung neuer Anwendungen. Diesen Teil bietet IBM auf seiner Entwicklerplattform alphaWorks zum Herunterladen an. Für die akademische Anwendung ist dies gratis, für kommerzielle Nutzer gibt es eine 90-Tage-Probelizenz.

„Es ist wichtig, unsere Technologie jetzt zu veröffentlichen und verfügbar zu machen, weil wir das Feedback von Anwendern brauchen“, sagt Thorsten Kramp. „Wenn wir ihnen einfaches Werkzeug in die Hand geben, könnten Anwendungen entstehen, die uns nie in den Sinn gekommen wären.“ Dies ist auch der Grund, warum der Mote Runner nicht auf eine bestimmte Hardware ausgerichtet ist. Zwar ist er auf den Iris-Motes des Sensorherstellers Memsic bereits vorinstalliert, aber die Software ist als „Open Specification“ deklariert, womit Dritte die Möglichkeit erhalten, eigene Anwendungen zu schreiben, die auf verschiedenen Plattformen laufen. So will IBM, wie Thorsten Kramp erklärt, „im zerklüfteten Markt der Mote-Software längerfristig den neuen Standard setzen.“ —



Hier steht das Software-Development-Kit für den Mote Runner zur Verfügung:
www.alphaWorks.ibm.com/tech/moterunner