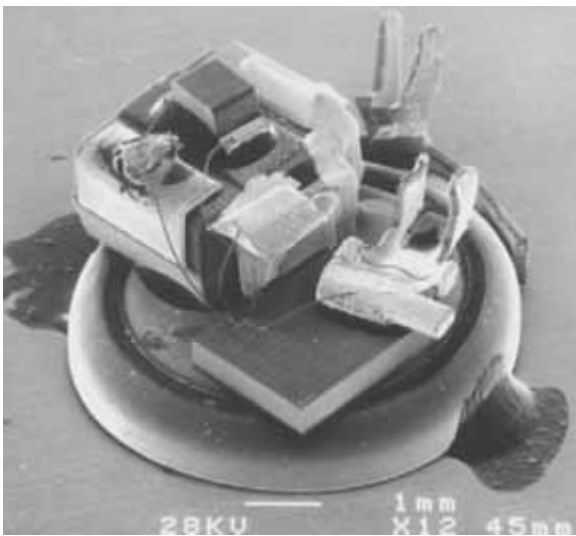


## Feinkörnige Überwachung

Florian Rötzer 12.12.2003

"Smart Dust"-Netzwerke sind im Kommen, die Darpa fördert massiv Networked Embedded Software Technology (NEST), ein Sensornetzwerk zur Lokalisierung von Schützen wurde erfolgreich getestet

Wenn es nach dem Willen mancher Techniker geht, würde der Weg zu einer allumfassenden Überwachung noch ein Stückchen weiter getrieben werden. So genannter "intelligenter Staub", bestehend aus winzigen Sensoren oder Motoren und über Funkverbindungen ein Netzwerk bildend, ließe sich möglicherweise unbemerkt austreuen. Allen voran ist daran das Militär interessiert, aber es gäbe auch viele weitere zivile Überwachungsaufgaben.



Flashy Dust von Bryan Atwood, Mote mit Lichtsensor und Einweg-Kommunikationstool

Mittlerweile ist das erste Forschungsprogramm der Darpa [1] unter der Leitung von Kristofer Pister an der University of California, Berkeley, zur Entwicklung der smart dust motes [2] (intelligente Staubkörnchen) eingestellt worden (Smart Dust). Die Einheiten enthalten Sensoren, einen Mikroprozessor, mit dem auch die Energie gesteuert wird, Energieversorgung (Batterien, Solarzellen oder Bewegungsenergie etc.) und eine bidirektionale Funkverbindung besitzen. Ganz so winzig wie anvisiert - "Autonomous sensing and communication in a cubic millimeter" -, sind diese Körnchen allerdings noch nicht geworden. Immerhin ist der mit Solarenergie gespeiste Golem Dust [3] mit einem Sensor für Licht ausgestattet und zu einer bidirektionaler Kommunikation befähigt - bei einem Volumen von 11,7 mm<sup>3</sup> und einer Länge von etwa 5 mm. Nicht nur Größe und Energieversorgung, sondern auch die Steuerung von solchen Sensorenschwärmen ist noch ein Problem. Für die Motes wurde an der University of California auch das Betriebssystem TinyOS [4] entwickelt, das möglichst geringe Hardware-Anforderungen stellt.

Im Augenblick arbeitet Pister bei der Ende 2002 gegründeten Dust Inc. [5], um hier kommerziell einsetzbare Sensor-Funknetzwerke zu entwickeln. Gedacht wird beispielsweise an Alarmsysteme für Häuser mit Bewegungssensoren, Mikrofonen und Sensoren an Türen und Fenstern oder auch an Überwachungssysteme für Altenheime, mit denen das körperliche Befinden der Insassen erfasst werden soll. Versprochen wird, dass Installationskosten entfallen. Einfach verteilen - drop-and-play -, wo die "Mots" benötigt werden, deren Batterien fünf Jahre leistungsfähig bleiben sollen. Andere Anwendungsmöglichkeiten wären nach Vorstellung von Pister die Energiekontrolle in Gebäuden mit Wärme- und Lichtsensoren, die Herstellung von intelligenten Materialien, die Kontrolle der Umwelt

oder von Maschinen. Noch kosten Motes um die 50 US-Dollar, Pister geht davon aus, dass sie in wenigen Jahren für einen Dollar zu haben sind und dann auch massenhaft eingesetzt werden können.

In 2010 MEMS sensors will be everywhere, and sensing virtually everything. Scavenging power from sunlight, vibration, thermal gradients, and background RF, sensors motes will be immortal, completely self contained, single chip computers with sensing, communication, and power supply built in. Entirely solid state, and with no natural decay processes, they may well survive the human race.

Kris Pister

Die Darpa fördert inzwischen die Networked Embedded Software Technology (NEST), eine Fortführung des "smart dust", beispielsweise am MIT [6]. Auch hier geht es um die Koordination von und Kommunikation zwischen winzigen vernetzten sensorischen und/oder motorischen Systemen, wobei im Vordergrund die Entwicklung von Protokollen und Programmen steht, die Echtzeit-Datenaustausch und -Synchronisation in großen, komplexen und verteilten Schwärmen von intelligenten Knoten ermöglichen. Dabei sollen die von den Sensoren gewonnenen Informationen oder zur Aktuation notwendigen Daten möglichst räumlich genau ("fine grain") erfasst werden. Zunächst soll ein System mit über 100 einfachen Knoten entwickelt werden, die koordiniert arbeiten und sich in Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen oder Funktionsweisen dynamisch neu anordnen können. Ziel des NEST-Programms sind Netzwerke aus bis zu Zehntausenden einfacher Motes oder MEMS.

Entwickelt wird mit ähnlicher Schwarmtechnik ein so genannten "intelligentes Minenfeld" (Intelligentes Minennetzwerk). Dabei bilden die Minen ein Netzwerk, in dem jede Mine sich selbst lokalisiert. Werden Minen entfernt, gruppieren sich die verbliebenen Minen erneut (in diesem Fall wurden sie noch hüpfend und nicht sehr genau bewegt).

Wissenschaftler der Ohio State University fürten [7] im August ein im Rahmen von NEST entwickeltes Motes-Funknetzwerk vor. Dabei wurden mit 90 Motes, die mit Magnetometern oder mit einem Mikroimpuls-Radarsensor ausgestattet waren, auf einem Feld eindringende Menschen oder Fahrzeuge lokalisiert und verfolgt. Unterschieden wurden sich in unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegend Fahrzeuge (Metall), Soldaten, die metallhaltige Gegenstände tragen) und Zivilisten, die keine nennenswerten metallhaltigen Gegenstände mit sich führen. Demonstriert wurde auch, dass das Netzwerk noch funktionierte, wenn einzelne Motes ausfallen.

Im letzten Monat wurden in Ft. Benning weitere zwei NEST-Systeme erfolgreich getestet [8]. Bei dem vom MIT entwickelten Military Operations Coordinate Grid wurden beim Feldversuch Soldaten mit Sendern ausgestattet, die sich innerhalb eines Bereichs bewegten. Dabei ging es um die Unterscheidung zwischen "roten", "blauen" und "neutralen" Personen, deren Standort auf dem "Grid" mit einer Genauigkeit von zwei Metern und einer Latenzzeit von zwei Sekunden auf dem Bildschirm eines PDAs und eines Laptops abgelesen werden konnte.

Die andere demonstrierte NEST-Technologie zeigt vielleicht noch deutlicher, was möglich wird, wenn Gebäude, Städte oder Gebiete mit Tausenden von solchen winzigen Staubkörnern ausgestattet werden. Mit einem Funknetzwerk aus akustischen Sensoren, also kleinen Mikrofonen, soll die Position von feindlichen Schützen möglichst genau identifiziert werden. Wissenschaftler der Vanderbilt University [9] haben ein solches NEST-Funknetzwerk aus Knoten mit Mikrofonen und Mikroprozessoren entwickelt. Bei dem Test konnten die Schützen mit einer Genauigkeit bis zu einem Meter und mit einer Latenzzeit von weniger als einer halben Sekunde lokalisiert werden. Die Schussrichtung kann dabei mit einem Vektor dargestellt, da sich mit dem System die Druckwelle der Kugeln verfolgen lässt. Erkennen lässt sich auch, ob ein Schuss kniend oder stehend abgefeuert wurde.

Man wird also darauf warten können, dass das Militär ganze Schlachtfelder oder ganze Städte mit

solchen mehr oder weniger großen intelligenten Partikeln oder Staubkörnchen überzieht, um jeden Schritt mit einer Vielzahl unterschiedlicher Sensoren überwachen zu können. Das wird nicht nur den Informationskrieg fördern, wenn solche Sensorenfelder gestört oder manipuliert werden, um den Beobachter falsche Daten vorzuspielen, sondern noch zusätzlich die Umwelt verschmutzen, da sich die MEMS oder Mots zwar leicht aus der Luft, mit Robotern oder von Menschen ausstreuen lassen und sich automatisch zu einem Netzwerk verbinden, aber sich wohl kaum nach Gebrauch wieder auflösen oder eingesammelt werden. Allerdings würden sich wohl auch dann die einstigen "Schwerter" zu "Pflugscharen" umwandeln, indem man die militärische einfach in eine zivile Überwachungstechnologie umwandelt.

## Links

- [1] <http://www.darpa.mil>
- [2] <http://robotics.eecs.berkeley.edu/~pister/SmartDust>
- [3] <http://www-bsac.eecs.berkeley.edu/~warneke/SmartDust/index.html>
- [4] <http://www.cs.berkeley.edu/~jhill/tos/>
- [5] <http://www.dust-inc.com/apps.shtml>
- [6] <http://www.ai.mit.edu/projects/nest/>
- [7] [http://www.cis.ohio-state.edu/siefast/nest/nest\\_webpage/ALineInTheSand.html](http://www.cis.ohio-state.edu/siefast/nest/nest_webpage/ALineInTheSand.html)
- [8] [http://www.if.afrl.af.mil/div/IFO/IFOI/IFOIPA/press\\_history/pr-03/pr-03-104.html](http://www.if.afrl.af.mil/div/IFO/IFOI/IFOIPA/press_history/pr-03/pr-03-104.html)
- [9] <http://www.isis.vanderbilt.edu/projects/nest/index.html>

**Telepolis** Artikel-URL: <http://www.telepolis.de/deutsch/inhalt/lis/16312/1.html>