

Kostengünstige und präzise funkgestützte Lokalisierung in drahtlosen Sensornetzwerken

Am Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik (MD) forschen seit einigen Jahren mehrere wissenschaftliche Mitarbeiter auf dem innovativen und Erfolg versprechenden Gebiet der drahtlosen Sensornetzwerke. Dabei konnten bereits nennenswerte Erfolge erzielt werden. So erhielt der derzeit jüngste am Institut beschäftigte Mitarbeiter Dipl.-Ing. Frank Reichenbach am 15.11.2004 den Ludwig-Bölkow-Nachwuchspreis für außerordentliche Leistungen in seiner Diplomarbeit. Unter Betreuung von Dipl.-Ing. Jan Blumenthal entwickelte er einen präzisen und kostengünstigen Algorithmus zur Lokalisierung in funkgestützten drahtlosen Sensornetzwerken.

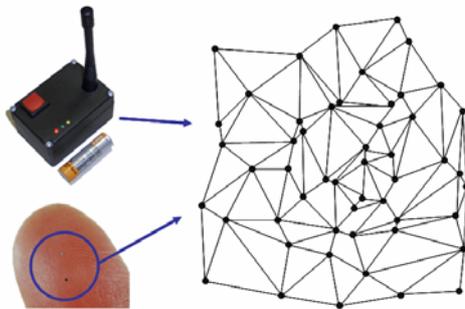


Abb. 1: links oben: derzeit eingesetzter Sensorknoten am Institut (2002); links unten: angestrebte Zielhardware; rechts: Sensornetzwerk schematisch

Tausende extrem kleine intelligente Geräte, bestehend aus Sensoren, Aktoren, Prozessoren und Speicher (s. Abb. 1) vernetzen sich selbstständig und bilden ein Sensornetzwerk. Jeder so genannte Sensorknoten ist in der Lage, einfache Berechnungen durchzuführen, zu kommunizieren und Messwerte in der Umgebung aufnehmen. Der Zielpreis eines Sensorknotens wird in einigen Jahren wenige Cent pro Stück erreichen und einen kostengünstigen Einsatz massiv riesiger drahtloser Sensornetzwerke ermöglichen.

Neben großflächigen Anwendungsszenarien wie der Überwachung von waldbrandgefährdeten Gebieten oder der Flutprävention besitzen Sensornetzwerke beispielsweise auch in der Automobilindustrie oder in der Laborautomatisierung ein aussichtsreiches Anwendungspotential.

Aufgrund der angestrebten mikroskopischen Größe eines Sensorknotens von wenigen Kubikmillimetern sind lediglich geringe Energiereserven, wenig Speicherkapazität und leistungsarme

Prozessoren vorhanden. Diese Hardwarerestriktionen und die hohe Anzahl von Sensorknoten führen zu neuen ungelösten Forschungsaufgaben. Diese beinhalten die selbstorganisierende Weiterleitung von Informationen durch das Netzwerk (Routing), die einzusetzende Software (Middleware), die Datensicherheit und vor allem die Lokalisierung jedes einzelnen Sensorknotens.

Die Sensorknoten werden in der Regel zufällig über oder in einem Gebiet von Interesse verteilt (z.B. durch Abwurf aus einem Flugzeug). Ihre Position kann sich durch äußere Einflüsse nachhaltig ändern. Eine Positionsbestimmung ist für effizientes Routing von Informationen und den erforderlichen Messort unablässig.

Bei dem von Dipl.-Ing. Frank Reichenbach optimierten Lokalisierungsalgorithmus bestimmt jeder am Netzwerk beteiligte Sensorknoten seine Position eigenständig durch Näherungsmessungen zu festen Basisstationen. Auf diesen gegenüber den Sensorknoten leistungsfähigeren Basisstationen ist ein Lokalisierungssystem wie z.B. GPS integriert. Mehrere Basisstationen sind mit gleichen Abständen zueinander netzartig angeordnet (s. Abb. 2) und senden die eigenen Standortkoordinaten an alle in Reichweite liegenden Sensorknoten.

Der Schwerpunkt der Diplomarbeit bestand in der Bestimmung einer optimalen Sendereichweite der Basisstationen, um möglichst wenig Energie zu verbrauchen und gleichzeitig eine hohe Präzision zu erreichen. Das Ergebnis der Untersuchungen ist u.a. eine Lösung zur Berechnung der optimalen Sendereichweite und ein Beweis für deren Korrektheit. Anhand der berechneten Sendereichweite kann die entsprechende Sendeleistung im Übertragungsmodul der Basisstation optimal eingestellt werden.

Ein wichtiger Vorteil besteht darin, dass die ressourcenarmen Sensorknoten zur Lokalisierung nur den Empfangsmodus nutzen und keine Sendeaktivität durchführen, wie es bei zahlreichen anderen Lokalisierungsverfahren der Fall ist. Der entwickelte Algorithmus zeichnet sich durch einen geringen Rechenaufwand aus, wodurch eine lange Lebensdauer der Sensornetzwerke erst möglich wird.

Die praktische Relevanz des entwickelten Algorithmus zeigt sich am Szenario der

präventiven Waldbrandbekämpfung. Nach der Installation des Sensornetzwerkes ist eine kontinuierliche Beobachtung der Temperaturwerte auf einem Desktop-PC in z.B. einer Feuerwache möglich (s. Abb. 2). Löschaktivitäten können somit schon vor Überschreitung eines kritischen Grenzwertes eingeleitet werden und einen verheerenden Waldbrand verhindern.

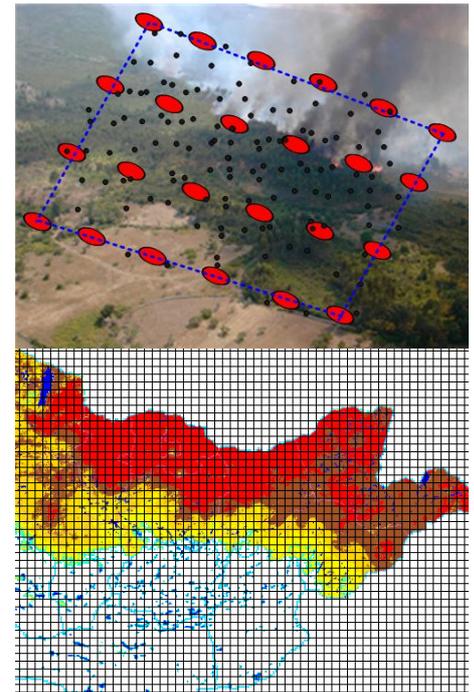


Abb. 2: oben: Sensornetzwerk im Wald verteilt (schematisch); unten: mögliche Darstellung der Temperaturwerte auf dem PC in der Feuerwache

Mit dem Ludwig-Bölkow-Nachwuchspreis 2004 konnte bereits der dritte Nachwuchspreis in 4 Jahren von Studenten des Institutes errungen werden. Dies ist eine Bestätigung für die hohe Qualität der Elektrotechnikausbildung an der Uni Rostock, die erst kürzlich wieder auf den zweiten Platz des bundesweiten Hochschulrankings der Zeitschrift „STERN“ kam.

Universität Rostock
Fakultät für Informatik und Elektrotechnik,
Institut für Angewandte Mikroelektronik und
Datentechnik
Dipl.-Ing. Frank Reichenbach, Dipl.-Ing. Jan
Blumenthal, Prof. Dr.-Ing. Dirk Timmermann
Richard-Wagner-Str. 31, 18119 Rostock-
Warnemünde,
Tel.: 0381 498 3628, Fax: 0381 498 3601
{[frank.reichenbach,jan.blumenthal,dirk.timmermann](mailto:frank.reichenbach,jan.blumenthal,dirk.timmermann@technik.uni-rostock.de)}@technik.uni-rostock.de
www.sensornetsystems.de
www-md.e-technik.uni-rostock.de