

# Networking Unleashed: Geographic Routing and Topology Control in Ad Hoc and Sensor Networks

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Zollinger, Aaron

**Publication date:**

2005

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005026927>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

DISS. ETH NO. 16025

**Networking Unleashed:  
Geographic Routing and Topology Control  
in Ad Hoc and Sensor Networks**

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

for the degree of  
Doctor of Sciences

presented by  
AARON ZOLLINGER

Dipl. Inf.-Ing., ETH Zürich  
born 24.04.1975  
citizen of  
Zürich ZH and Regensdorf ZH

accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. Roger Wattenhofer, examiner  
Prof. Dr. Matthias Grossglauser, co-examiner  
Charles E. Perkins, co-examiner

2005

## Abstract

Ad hoc and sensor networks consist of autonomous devices communicating via radio equipment. Common scenarios for ad hoc networks include survivable, efficient, dynamic communication networks for emergency and rescue operations, disaster relief efforts, and similar tasks where typically no communication infrastructure is present prior to the deployment of the ad hoc network. In sensor networks, nodes are additionally equipped with sensors, performing the task of sensing a certain physical value, such as temperature, humidity, brightness, or motion, and periodically reporting the sensed data to a designated sink node for monitoring purposes.

Since ad hoc and sensor network nodes are generally assumed to be autonomous and operate for a considerable period of time—in case of sensor networks up to several years—, energy conservation is one of the central issues in this research context. On the other hand, many scenarios assume a high degree of dynamics, particularly based on node mobility.

This dissertation discusses two major problem fields in the context of ad hoc and sensor networks. In particular, geographic routing—a local type of routing inherently well suited for dynamic ad hoc networks—is studied with respect to both worst-case and average-case networks. Second, topology control based on transmission power reduction puts the focus on energy conservation as a consequence of restricted interference among the network nodes.

## Zusammenfassung

Ad-Hoc- und Sensornetze bestehen aus unabhängigen über Funk kommunizierenden Geräten. Häufig genannte Szenarien für Ad-Hoc-Netzwerke beschreiben ihren Einsatz als robuste, sparsame und dynamische Kommunikationsnetze für Notfall- und Rettungseinsätze, Katastrophenhilfe und ähnliche Aufgaben, wo vor dem Einsatz des Ad-Hoc-Netzwerkes keine Kommunikationsinfrastruktur vorhanden ist. In Sensornetzen sind die Netzwerkknoten zusätzlich mit Sensoren ausgestattet, die bestimmte physikalische Grössen – wie beispielsweise Temperatur, Feuchtigkeit, Helligkeit oder Bewegung – messen; diese Daten werden periodisch an einen vorbezeichneten Sammelknoten gesendet und zum Zwecke der Beobachtung oder der Kontrolle ausgewertet.

Da üblicherweise angenommen wird, dass Knoten in Ad-Hoc- und Sensornetzen unabhängig von externen Energiequellen sind und trotzdem über eine beträchtliche Zeitspanne betrieben werden sollen – in Sensornetzen bis zu mehreren Jahren –, ist Energieeffizienz ein Hauptpunkt dieser Forschungsrichtung. Andererseits beinhalten viele Szenarien hohe Netzwerkdynamik, insbesondere aufgrund mobiler Knoten.

Diese Dissertation befasst sich mit zwei zentralen Problemfeldern im Bereich von Ad-Hoc- und Sensornetzen. Im Einzelnen wird das Verhalten von geografischem Routing – einer auf lokal begrenzter Information fussenden Art von Nachrichtenvermittlung, die speziell gut für den Einsatz in dynamischen Ad-Hoc-Netzwerken geeignet ist – in schlechtest möglichen und in durchschnittlich auftretenden Netzwerken untersucht. In einem zweiten Teil der Arbeit wird der Schwerpunkt auf Topologiekontrolle im Zusammenhang mit gezielt beschränkter Funksendeleistung gelegt; Energieeffizienz ist hier eine Folge von verringerter Signalstörung, oder „Interferenz“, zwischen den Netzwerkknoten.