



TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

---

Fakultät für Informatik

Professur für Technische Informatik

# Bachelorarbeit

Modellierung und Integration von Sensorknoten in einer  
Simulationsumgebung

Thomas Rückert

Chemnitz, den 6. August 2014

**Prüfer:** Prof. Dr. Wolfram Hardt

**Betreuer:** Dipl.-Inf. Mirko Lippmann

**Thomas Rückert,**

Modellierung und Integration von Sensorknoten in einer Simulationsumgebung

Bachelorarbeit, Fakultät für Informatik

Technische Universität Chemnitz, August 2014

## **Abstract**

In dieser Arbeit soll die Simulation von Sensorknoten in einem Netzwerk untersucht werden. Dabei sollte zum einen die Kommunikation zwischen den verschiedenen Knoten, von denen es viele und verschiedene geben soll betrachtet. Diese führen eine kabellose Kommunikation miteinander. Die einzelnen Knoten besitzen Sensoren, die verschiedene Umweltparameter auslesen. Die Bereitstellung dieser Umweltparameter in der Simulationsumgebung ist auch ein Teil der Implementierung. Außerdem sind die Knoten batteriebetrieben und auch deren Energieverwaltung wurde betrachtet. Nach Test und Modellierung ist die Auswertung und Visualisierung von Simulationsdaten von entscheidender Rolle. Als Simulationsumgebung und -sprache wurde Omnet++ mit dem Framework MiXiM, welches Grundfunktionen für mobile Knoten mit kabelloser Kommunikation bereit stellt.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>iii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Vorbetrachtungen</b>	<b>3</b>
2.1 Omnet++ . . . . .	3
2.1.1 Einleitung . . . . .	3
2.1.2 Einige Techniken und Funktionen . . . . .	3
2.2 MiXiM . . . . .	4
2.2.1 Einleitung . . . . .	4
2.3 Sensoren . . . . .	4
<b>3 Implementierung</b>	<b>5</b>
<b>4 Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>Literatur- und Webverzeichnis</b>	<b>9</b>



## **Abbildungsverzeichnis**





# 1 Einleitung

Die Verwendung von Sensoren steigt in der heutigen Zeit mehr und mehr an. Sensorknoten unterscheiden sich im Kern nicht von herkömmlichen Computern und sind zusätzlich mit Sensoren und oft mit Batterien und Funkmodulen ausgestattet. Da Computerbauteile bei gleicher Leistung kleiner und kleiner werden, ist es nicht verwunderlich dass auch Sensorknoten immer kleiner werden. Mit diesen kleinen Knoten ist es möglich ganze Netzwerke von Sensoren zu erschaffen, die miteinander kommunizieren. So können beispielsweise die Umgebungsparameter großer Naturflächen detailliert untersucht werden, ohne dass eine große Forschungsstation aufgebaut werden müsste. Stattdessen kann man viele kleine Sensorknoten in der Umwelt verteilen, die miteinander in Kontakt stehen.



## 2 Vorbetrachtungen

Im folgenden werden die verwendeten Technologien betrachtet. Als Versionsverwaltungssoftware wurde Git[2] auf der Plattform Github[3] verwendet, worauf nicht weiter eingegangen wird. Zum Erstellen der Simulation wurde Omnet++[8] mithilfe des MiXiM-Frameworks[5] benutzt.

### 2.1 Omnet++

#### 2.1.1 Einleitung

Omnet++[8] ist eine C++-Bibliothek und ein C++-Framework, welches primär zum Simulieren von Netzwerk dient. Außerdem bietet es eine Netzwerkbeschreibungssprache namens NED (NEtwork Description) und eine auf Eclipse[1] basierende Entwicklungsumgebung.

- simulation time - event system

#### 2.1.2 Einige Techniken und Funktionen

Im folgenden Abschnitt wird ein Ausschnitt darüber gegeben, was Omnet++ an Funktionalitäten bereitstellt.

**NED language[6]** Die Netzwerkbeschreibungssprache NED bietet eine Möglichkeit auch komplexe Netzwerke relativ einfach zu beschreiben und darzustellen. Man kann schnell ein einfach Modul mit Gates für die Kommunikation beschreiben oder ihm Submodule für verschiedene andere Aufgaben zuweisen und dieses in ein Netzwerk integrieren und dort mehrere und auch verschiedene Instanzen von Modulen verknüpfen.

```
simple Knoten
{
    gates:
        input in;
        output out;
}

network Netzwerk
{
    submodules:
        node1: Knoten;
        node2: Knoten;
    connections:
        node1.in <-- node2.out;
        node1.out --> node2.in;
}
```

### Nodes and Messages

### XML Support

## 2.2 MiXiM

### 2.2.1 Einleitung

MiXiM[5] ist ein Framework welches die Funktionalität von Omnet++ in erster Linie um mobile und kabellose Knoten erweitert. Es implementiert einige Protokolle und stellt verschiedene Knoten bereit.

- find module

### 2.3 Sensoren

### **3 Implementierung**



## **4 Zusammenfassung**





## Literatur- und Webverzeichnis

- [1] *Eclipse*. Online unter <https://www.eclipse.org/>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [2] *Git*. Online unter <http://git-scm.com/>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [3] *Github*. Online unter <https://github.com>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [4] *MiXiM API Reference*. Online unter <http://mixim.sourceforge.net/doc/MiXiM/doc/doxy/>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [5] *MiXiM Official Website*. Online unter <http://mixim.sourceforge.net/>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [6] *NED Language Beschreibung auf ieee.org*. Online unter <http://www.ewh.ieee.org/soc/es/Nov1999/18/ned.htm>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [7] *Omnet++ Manual*. Online unter <http://www.omnetpp.org/doc/omnetpp/manual/usman.html>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [8] *Omnet++ Official Website*. Online unter <http://www.omnetpp.org>; zuletzt besucht am 5. August 2014.
- [9] *Wikipediaeintrag Sensornetz*. Online unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Sensornetz>; zuletzt besucht am 5. August 2014.



## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Chemnitz, den 6. August 2014

---

Thomas Rückert