



Unterbrechungstolerante drahtlose Sensornetze μ DTN

Georg von Zengen

Gliederung

Einleitung

Umsetzung

Evaluation

Zusammenfassung

Gliederung

Einleitung

Umsetzung

Evaluation

Zusammenfassung

Ziele

- Grundfunktionen eines unterbrechungstoleranten Netzes
- Kompatibilität zum Bündelprotokoll aus RFC5050
- Modularer Aufbau des Systems
- Implementierung für Contiki
- Evaluierung des Systems

Motivation

- WSNs übertragen Daten oft zu einem zentralen Punkt
- Ende-zu-Ende Verbindung kann nicht gewährleistet werden
- TCP/IP kann mit langen Unterbrechungen nicht umgehen

Bündelprotokoll nach RFC5050

Bündelschicht

- Ende-zu-Ende Schicht
- Kann auf jede Schicht aufgesetzt werden
- Ersetzt Schichten bis zur Anwendungsschicht
- Store-and-Forward-Modell

Bündel

- Ein Primärblock, ein Nutzdatenblock, mehrere weitere Blöcke
- **Primärblock:** Header
- **Nutzdatenblock:** Enthält Nutzdaten für Anwendungen
- **Weitere Blöcke:** Sind nicht weiter spezifiziert

Compressed bundle header encoding

- Bündelprotokoll Adressiert über Strings
- Adressierungsstrings werden durch Zahlen ersetzt
- `dtn://node/service` → `42:23`
- Kleinerer Primärblock
- Kein Dictionary

Gliederung

Einleitung

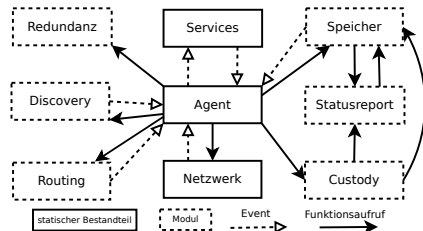
Umsetzung

Evaluation

Zusammenfassung

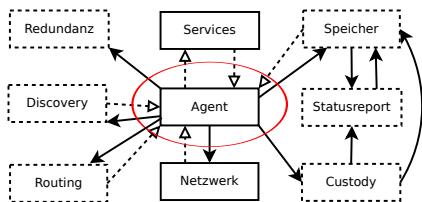
Architektur

- Modular
- Kern ist fester Bestandteil
- Kern läuft als Prozess
- Modul übernimmt spezifizierten Aufgabenbereich
- Module durch eigene Implementierungen ersetzbar
- Speichereffizienz wichtiger als Geschwindigkeit



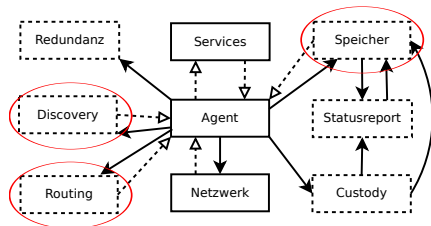
Agent

- Koordiniert die Module
- Events informieren über Ereignisse der Module
- Steuert Module über Funktionsaufrufe
- Stellt Interface für Services
- Kommuniziert mit der MAC-Schicht



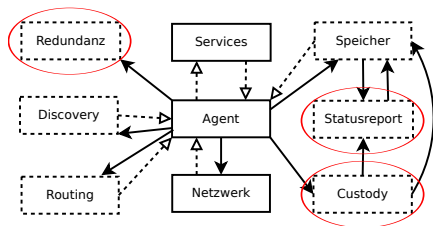
Module

- **Discovery:** Sucht nach Knoten in Reichweite
- **Routing:** Entscheidet welche Bündel an welche Knoten gesendet werden
- **Speicher:** Speichert Bündel und vergibt interne Bündel-ID



Module 2

- **Redundanz:** Verhindert mehrfache Auslieferungen
- **Statusreport:** Verarbeitet Statusreports
- **Custody:** Verwaltet Custody-Transfer für Bündel



Gliederung

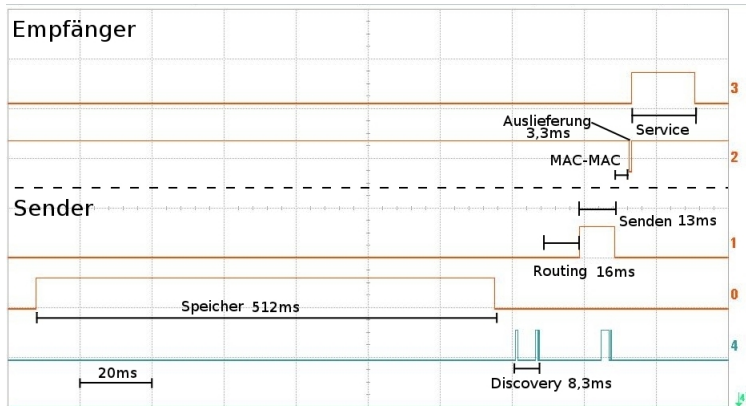
Einleitung

Umsetzung

Evaluation

Zusammenfassung

Zeitbedarf der Verarbeitung



angegeben sind die durchschnittlichen Zeiten

Speicher

Problem

- Speichern benötigt mehr Zeit als die restliche Verarbeitung

Lösung

- RAM-Speichermoduls
- Löscht ältestes Bündel
- RAM-Speichermoduls benötigt 4ms zum Speichern eines Bündels

Discovery

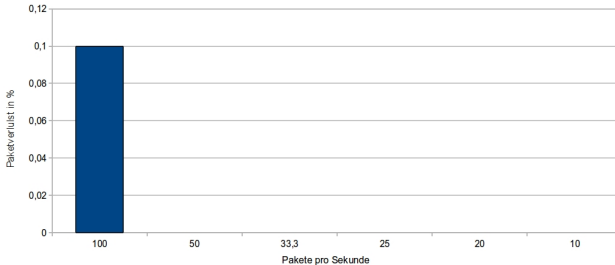
Problem

- Direkte Übertragung in Multihop-Versuchen

Lösung

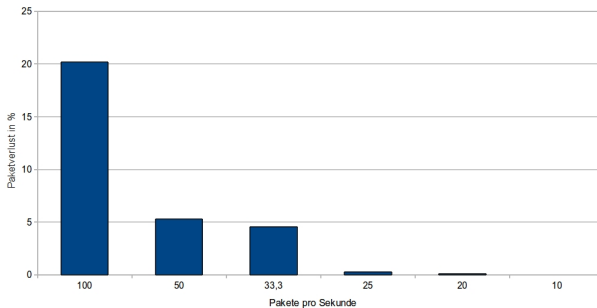
- Statisches Discovery
- Gibt direkt fest einprogrammierte Adresse zurück
- Auch in Singlehop-Versuchen verwendet

Bündelverlust Singlehop



- 0,1% Bündelverlust durch Kollisionen
- Bündel können nicht erneut übertragen werden, da sie überschrieben wurden

Bündelverlust Multihop



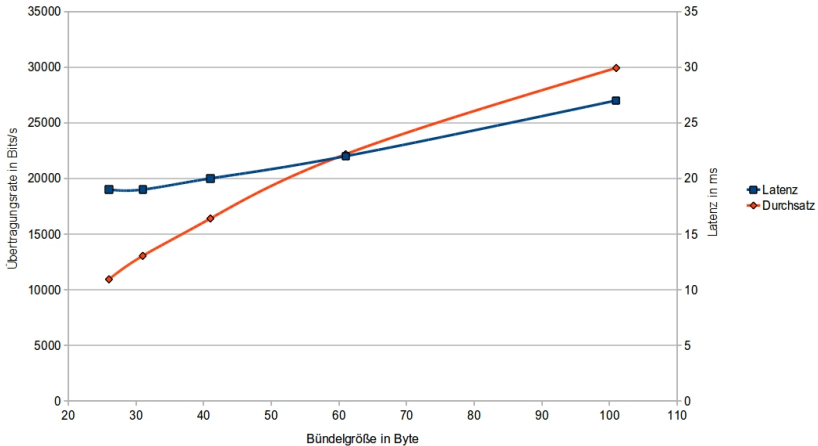
- **100 Bündel/s:** Bündel werden schneller gesendet als Weitergeleitet
- **50 und 33 Bündel/s:** Bündelverlust durch Kollisionen
- **≤ 25 Bündel/s:** System kann Kollisionen ausgleichen

Durchsatz

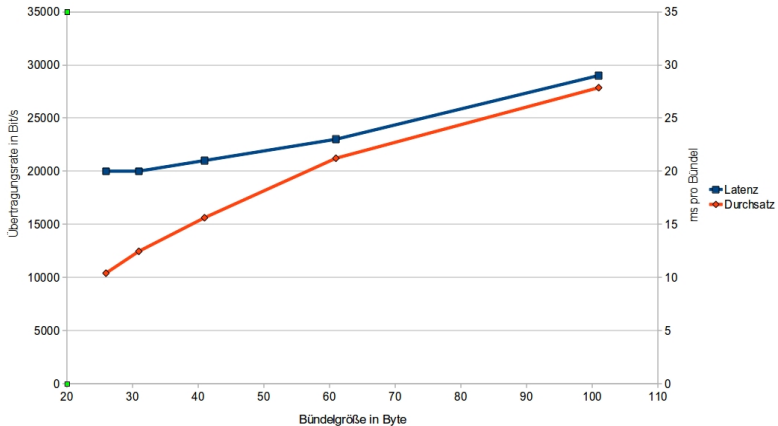
- 1000 Bündel gesendet
- Messung der benötigten Zeit mittels Oszilloskop

$$\text{Durchsatz} = \frac{\text{erfolgreich gesendete Bündel} \times \text{Bündelgröße}}{\text{benötigte Zeit}}$$

Durchsatz Singlehop



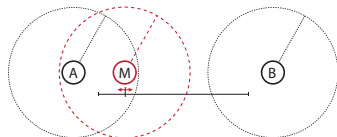
Durchsatz Multihop



Unterbrechungstoleranz

Aufbau

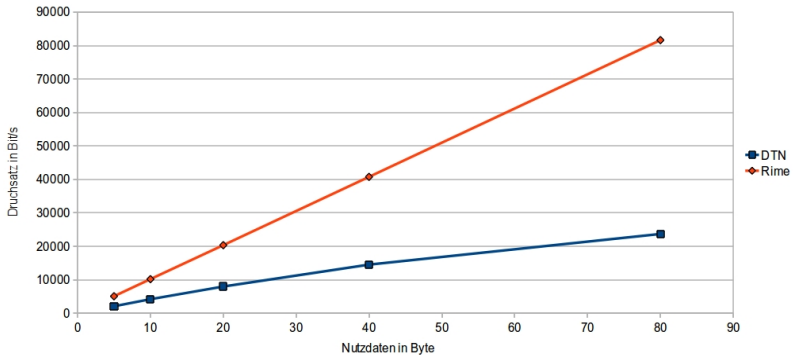
- In Cooja simuliert
- Zwei Knoten außerhalb der gegenseitigen Reichweite
- Dritter pendelt in 60 Sekunden zwischen den Beiden



Ergebniss

- 0% Bündelverlust

Vergleichsmessung mit RIME



Gliederung

Einleitung

Umsetzung

Evaluation

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Umsetzung

- Es wurde ein modulares System entwickelt
- Speichereffizienz wurde über Geschwindigkeit gestellt
- Das System ist zu RFC5050 kompatibel

Evaluation

- Es arbeitet zuverlässig
- Flash-Speicher ist zu langsam
- Langsamer als Rime

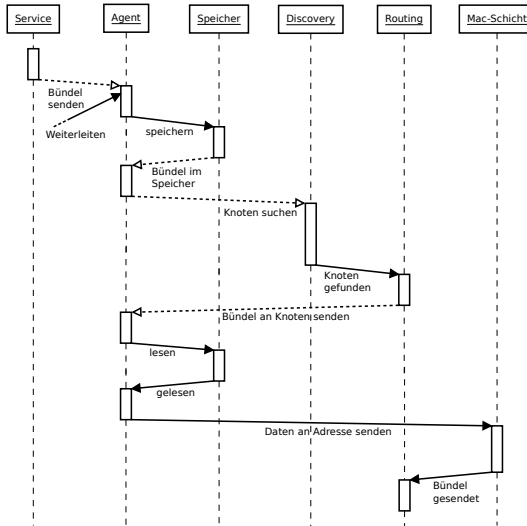
Fragen?

Georg von Zengen
g.vonzengen@tu-bs.de

Ausblick

- schneller persistenter Speicher
- performanteres RAM-Management
- Discovery- und Routing-Module

Zeitlicher Ablauf beim Senden eines Bündels



Drahtlose Sensornetzwerke

Netz aus Sensorknoten

- Sensoren
- Mikrocontroller
- Funkmodul
- Batterie

Tmote Sky

- Contiki



www.snm.ethz.ch