

Entwurf und Implementierung eines kabellosen Sensornetzwerkes zur Überwachung von Patienten in einem MANV-Szenario

Marcel Noe Jan Tepelmann

Institut für Biomedizinische Technik (IBT)
Karlsruher Institut für Technologie

Überblick

- 1 Motivation
- 2 Analyse
- 3 Lösung
- 4 Ergebnisse
- 5 Diskussion und Ausblick

Motivation: Massenanfall von Verletzten



- Ereigniss mit einer großen Anzahl von Verletzten
- z.B. Verkehrsunglück, Brand, Naturkatastrophe oder Krankheit
- Teilweise Zusammenbruch (lokaler) Infrastruktur
- Knappe Ressourcen (Hilfsmittel, Helfer, Medikamente, Transportkapazität)
- Hohe Belastung für Helfer
- Unübersichtliche Lage (Beispiel: Teneriffa 1977)

Motivation: Triage

- Triage: Einteilung von Patienten in Gruppen nach Behandlungsdringlichkeit.
- Grund: Beschränkte Ressourcen: Transportmittel, Medikamente, Helfer
- Einfachste Hilfsmittel: "Sehen, hören, fühlen", Anhängekärtchen, etc.
- Aber: Werden alle Patienten korrekt zugeordnet? Was passiert bei Verschlechterung des Zustands nach Triage?
- Fehlerquellen: Zeitdruck, zu wenig Personal, Psychische Belastung der Helfer

The diagram shows a medical triage tag. At the top, it has two yellow sections: "Beleg für Krankenhaus" (left) and "Beleg für Rettungsmittel" (right). Below these, it says "STD 0601" and has a small icon of a person. In the center, there are two human figures, one facing forward and one facing backward, with a small icon of a person between them. Below the figures, there are fields for "DIAGNOSE" and "THERAPIE". Below these fields, there is a table with three columns, each containing "STD 0601" and a small icon of a person. Below the table, there is a color-coded priority scale with four rows: IV (black), I (red), II (yellow), and III (green). At the bottom, it says "STD 0601" and has a small icon of a person.

⇒ **Technische Hilfsmittel können Fehler verringern.**

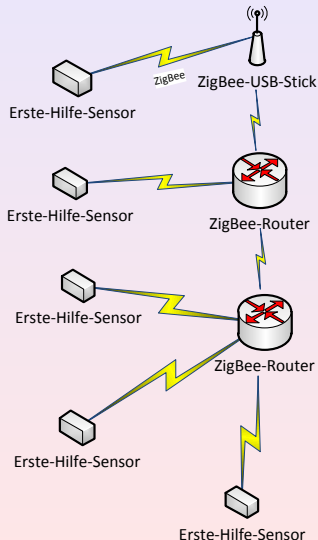
Stand der Technik: Hilfsmittel für MANV-Einsatz

- Tragbare EKG-Geräte, insbesondere in Defis
→ Schwer, groß, teuer, pro Patient ein Gerät nötig
- Monitore mit Bluetooth-Technologie
→ Maximal 8 aktive Geräte pro Netzwerk
- Monitore mit WLAN-Technologie
→ störungsanfällig, hoher Stromverbrauch, teuer, kein Roaming.
- Herstellerspezifische Lösungen (z.B. Z-Wave oder Polar)
→ Proprietär, teuer
- ZigBee Healthcare, Bluetooth Low Energy (WiBree)
→ Bisher noch keine Geräte auf dem Markt
- I^2C basiertes Sensornetz
→ Benötigt viele Kabel

Anforderungen

- Skalierbar in Anzahl der Patienten **und** Helfern
- Überwachung des Patientenzustands (z.B. Puls & Atmung) durch Sensoren
- Senden von Befehlen (z.B. Alarm aus, manueller Alarm) an Sensoren
- Schnelle Einsatzfähigkeit: Je weniger Kabel desto besser.
- Kostengünstig
- Niedriger Stromverbrauch
- Robust
- Einfache Bedienbarkeit
- Erweiterbar

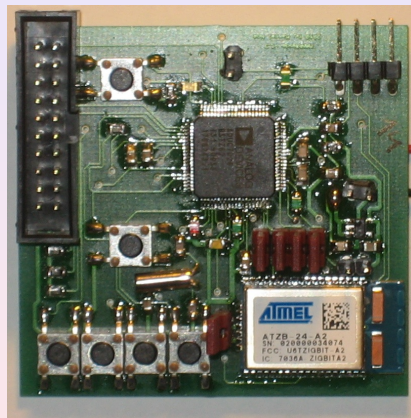
Funknetzwerk: ZigBee



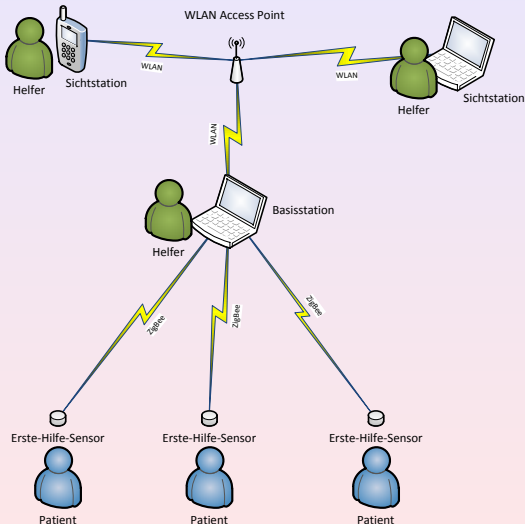
- Über 500 Teilnehmer möglich
- Mesh-Netzwerk: Durch Router erweiterbar
- Bis 50m (Klasse 2 Gerät) bzw. über 500m (Klasse 1 Gerät) Reichweite **pro Router!**
- Stromverbrauch: nur 1,8mA bei Einsatz von Energiesparmodus (Bluetooth: 16,6mA, WLAN: 180mA).
- Stückpreis unter 15€

Hardware: MANVNode

- Entwicklungsplatine zum Entwerfen und Testen von Firmware
- JTAG-Schnittstelle für Debugging
- ADuC-Mikroprozessor (vgl. Erste-Hilfe-Sensor)
- Testpunkte für Strommessung
- Programmierbare Taster und LEDs
- Piezzo-Summer
- Batterie- und Netzteilbetrieb (3V-16V)



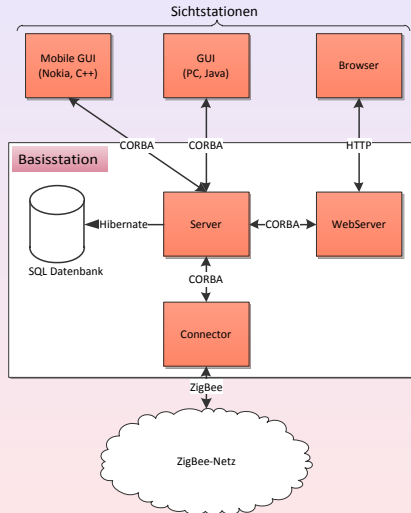
Software: Logische Sicht



- Basisstation: kennt den Zustand des Sensornetzes
- An eine Basisstation können beliebig viele weitere Sichtstationen angeschlossen werden
- Sichtstation: zeigt Zustand der Patienten, kann Befehle an Sensoren senden
- Verbindung über WLAN, Ethernet oder UMTS

Software: Technische Sicht

- Kapselung von Zuständigkeiten in Komponenten
- Connector: Kommunikation mit Sensornetz
- Server: Speichern des Netzzustandes
- GUIs: Zustand des Netzes grafisch anzeigen
- Komponenten unabhängig voneinander austauschbar



Software: Zusammenfassung

Schnittstellen zur Anbindung externer Software

- CORBA (Industriestandard!)
- Datenbankzugriff: SQL-Schnittstelle
- Webservices: SOAP und JSON (Web 2.0!)

Skalierbarkeit

- Anbindung beliebig vieler Sichtstationen
- ZigBee unterstützt über 500 Teilnehmer.
- Lauffähig auf allen Standardbetriebssystemen durch Einsatz von Virtualisierung
- Weboberfläche für alle gängigen Browser und Handytypen

Praktische Vorführung



Ergebnisse auf einen Blick

- 1,8mA Stromverbrauch bei Einsatz von Energiesparmodus
- Über 50m Reichweite pro Router
- Durch Router praktisch beliebig erweiterbar
- Laut Standard über 500 Teilnehmer möglich.
- Stabilität durch geringe Bandbreite und Frequenzspreizung
- Software durch CORBA-Schnittstelle schnell an neue Anforderungen anpassbar.
- Größe wie Erste-Hilfe-Sensor. Demoplatine hat Format 50x56mm.
- Preis: Erste-Hilfe-Sensor + maximal 15€ für ZigBee-Modul

Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik

- Keine Kabel mehr notwendig
- Kostengünstiger als alle existierenden Lösungen
- Stromsparender als alle existierenden Lösungen
- Mehr Teilnehmer als in allen existierenden Lösungen
- Hohe Reichweite durch Einsatz von Repeatern erreichbar
- Flexible und Erweiterbare Software
- Herstellerunabhängig: Hardware-/Softwareschnittstelle austauschbar
- Unabhängig von lokaler Infrastruktur

Ausblick

Optimierung der Hardware

- Einsatz von Klasse 1 Modulen und Antennen (\Rightarrow Reichweite)
- Tests von Modulen anderer Hersteller (\Rightarrow Kosten)

Überarbeiten der ZigBit-Firmware

- Verwendung von AES-Verschlüsselung
- Verringerung der Latenz
- Erhöhung der Datenübertragungsrate

Erweiterung der Software

- Erweiterung der Weboberfläche
- Verbesserung der Benutzerführung

AAL-Kongress: Posterbeitrag

VDE



Altersgerechte Assistenzsysteme – Aus der Forschung in den Markt

4. Deutscher AAL-Kongress mit Ausstellung
25.-26. Januar 2011, Berlin

www.aal-kongress.de

Wegweisende
Anwendungsbeispiele



Technische
Forschung
für morgen



Wie rechnet sich AAL?

Organisation: **VDE|VDE|IT**

- Sensornetzwerk kann auch zur Unterstützung von älteren Patienten im Alltag eingesetzt werden
- Veröffentlichung im Themengebiet "Wegweisende Anwendungsbeispiele"
- 25. - 26. Januar 2011 in Berlin

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Fragen?

