

1. Bluetooth

Im Nahbereich ist die Bluetooth – Kommunikation zum Standard geworden. Diese Technologie basiert auf dem lizenzfreien 2,4-GHz-Frequenzband (ISM-Frequenzband). Dieser Kurzstrecken-Funkstandard ersetzt überwiegend im Personal Area Network (PAN) die kabelgebundene Konfiguration. Die Anbindung eines Headsets an das Mobiltelefon ist ein Beispiel dafür. Wie auch mit Infrarot- und USB-Kommunikation können Punkt zu Punkt Verbindungen aufgebaut werden. Im Gegensatz zu USB-Verbindungen sind Bluetooth Verbindung drahtlos. Die Einschränkungen von Infrarot Verbindungen in der Reichweite und im Aufbau von Netzwerkstrukturen gelten nicht für Bluetooth.

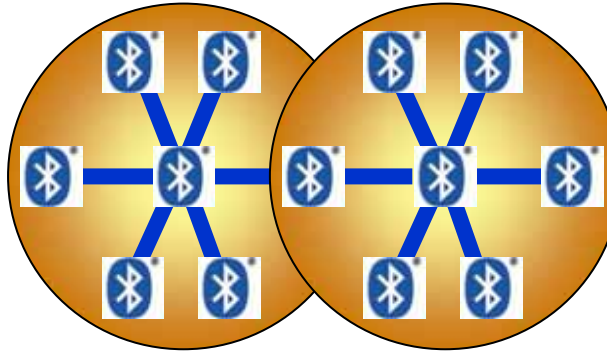


1.1. Netzwerke

Die Vorteile von Bluetooth führen zu einer weiten Verbreitung von mobilen Bluetooth Geräten. In unserem Projekt wurde die Bluetooth Technologie mit den Entwicklungen im Bereich Haustechnik kombiniert. Stationäre Geräte wie Fenster oder Lampen eines Hauses können nun drahtlos von mobilen Steuergerä-



ten angesteuert werden. Dazu sind die stationären Geräte zu Netzen zusammen zu schließen. Dabei müssen Bluetooth basierte Netze aus Pico-Netzen zusammengesetzt werden, um eine große Anzahl von Geräten miteinander zu verbinden.



Gruppen von bis zu sieben Bluetooth Geräten können zu einem Pico-Netz zusammengefasst werden. Ein Bluetooth Gerät kann dann als Verbindungselement zwischen zwei Pico-Netzen programmiert werden.

1.2. Mobile Geräte

Die Netz-Struktur wird einerseits durch die statischen Bluetooth Geräte bestimmt. Andererseits sollen mobile Bluetooth Geräte in das Netz eingebunden werden. Das können Mobiltelefone, PDAs oder auch Laptops sein. Von diesen mobilen Bluetooth Geräten aus möchte der Anwender Steuerbefehle an stationäre oder mobile Bluetooth Geräte senden.

Unser Ansatz unterscheidet zwei Geräteklassen:

- **Bekannte, mobile Bluetooth Geräte:** Die Authentifizierung des mobilen Gerätes ist durch die Bekanntgabe bereits erfolgt. Damit ist das mobile Gerät dem Netz bekannt. Kommt das mobile Gerät in Reichweite, wird es automatisch mit dem Bluetooth – Netz verbunden.

- **Fremde, mobile Bluetooth Geräte:** Das Bluetooth Netz erkennt, dass ein neues Bluetooth Gerät in Reichweite ist und leitet einen Authentifizierungsprozess ein. Das neue Gerät wird dann über einen Sicherheitscode authentifiziert.

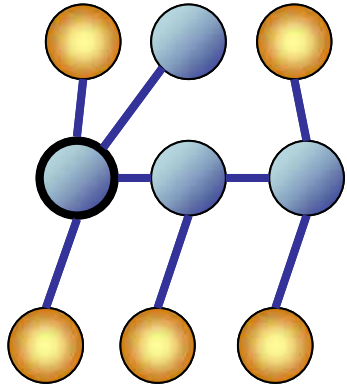
2. Selbstorganisation

Um eine robuste Verbindung zu allen Bluetooth Geräten im Netz zu gewährleisten, muss die Verbindungsstruktur des Bluetooth-Netzes an die Anzahl der Geräte angepasst werden.

In unserem Projekt wurde ein Algorithmus zur automatisierten Überprüfung und Verwaltung des Bluetooth-Netzes entwickelt. Die Grundidee ist, die Verwaltung auf eine gewichtete Baumstruktur mit einer ausgezeichneten Wurzel abzubilden. Diese unterscheidet innere Knoten und Blattknoten.

- Ein innerer Knoten muss einen Bluetooth-Service bereitstellen. Dieser Service realisiert
 - den Verbindungsaufbau dieses Knotens zum Bluetooth – Netz.
 - das Routing der Datenpakete im Bluetooth – Netz sowie
 - die Aktualisierung des Netzwerkes bei Ausfall oder Entfernung von Knoten.
- Ein Blattknoten ist ein Standard – Bluetooth Gerät, ohne eigene Service Funktionalität. Ein Blattknoten fungiert als Aktor oder Sensor für Daten, die über das Bluetooth - Netz übertragen werden.

Verbindungsbaum mit inneren Knoten und Blattknoten:



Der entwickelte Service wurde für die inneren Knoten der Verbindungsstruktur implementiert. So können automatisch Datenpakete an jeden Knoten in dem jeweils aktuellen Netzwerk geroutet werden.

Der Service zur Selbstorganisation des Netzwerkes wurde auf der Applikationsebene des Bluetooth Stacks implementiert. Dieser Service wird auf dem Mikrokontroller des Bluetooth Gerätes ausgeführt. Alternativ kann ein eigener Mikrokontroller für die Ausführung einer oder mehrerer Instanzen dieses Services in das Gesamtsystem integriert werden.

Demonstrator

In der Beispielimplementierung werden vier stationäre Bluetooth Geräte und mehrere mobile Bluetooth Geräte zu einem baumartig strukturierten Netz verbunden. Die stationären Geräte werden dabei als innere Baumknoten definiert. Für jedes stationäre Gerät wird der Bluetooth Service zur Selbstorganisation des Netzes ausgeführt. Neu hinzukommende Bluetooth – Geräte werden automatisch in die Verbindungsstruktur aufgenommen.

So kann ein Bluetooth – fähiges Mobiltelefon in den Empfangsbereich gebracht werden und spezielle Steueraufgaben ausführen. Eine Veränderung des Mobiltelefons durch Software – Download ist nicht notwendig. Lediglich ein

Authentifizierungscode muss zur Freigabe der Steuerfunktionalität eingegeben werden.



So können erstmals flexible Netzstrukturen auf Bluetooth - Basis automatisiert zur Steuerung von Bluetooth – Geräten eingesetzt werden.

Selbstorganisierendes Bluetooth Netzwerk

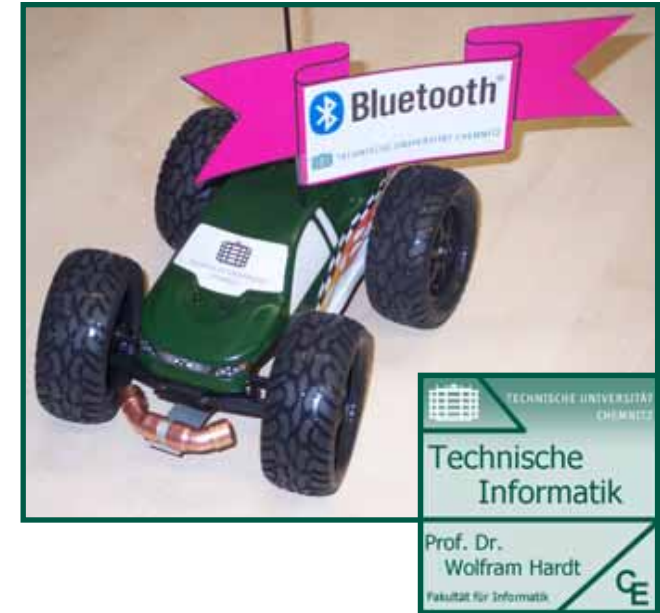
Weitere Informationen zum Projekt erhalten Sie über die Internetseiten der Professur Technische Informatik der TU-Chemnitz unter Leitung von Prof. Dr. Wolfram Hardt:

www.tu-chemnitz.de/cs/ce

Kontakt:

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Informatik
Professur Technische Informatik
Herrn Prof. Dr. Wolfram Hardt
Straße der Nationen 62
D-09107 Chemnitz

Telefon: +49 371 – 531 1469
Fax: +49 371 – 531 1806
E-Mail: hardt@cs.tu-chemnitz.de



Selbstorganisierende Bluetooth - Netzwerke

Professur Technische Informatik

Leitung:
Prof. Dr. Wolfram Hardt

