

Seminar zum Programmierprojekt SS 2008

Uni Tübingen Arbeitsbereich Technische Informatik

Aufgabe 1

Einführung in die BT-Norm

Einführung und Fragen

Allgemeines über Bluetooth

Die Namensgebung "Bluetooth" ist eine Hommage an den im 10. Jahrhundert lebenden Wikingerkönig Harald Blauzahn (Harald Blåtand, engl. Bluetooth). Harald Blåtand hatte Skandinavien weitgehend christianisiert und vereint. Die Wahl eines schwedischen Namensgebers erfolgte aufgrund der hohen Beteiligung der schwedischen Firma Ericsson an der Bluetoothentwicklung.

Bluetooth ist nach IEEE 802.15.1 ein Standard für Funknetze über kurze Distanzen. Die Entwicklung begann in den 90er Jahren mit Forschungen der Firma Ericsson. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie wurde im September 1998 die SIG (Special Interest Group) Bluetooth unter Beteiligung Nokia, IBM, Toshiba und Intel gegründet. Mittlerweile hat die SIG über 4000 Mitglieder.

Die SIG ist verantwortlich für die Entwicklung und Erweiterung der Bluetoothspezifikation. So entstanden seit Veröffentlichung der Spezifikation von Bluetooth 1.0 am 05.07.1999 die Erweiterungen 1.0b, 1.1, v1.2 und seit 01.10.2004 v2.0 + EDR. Die wichtigsten Erweiterungen der einzelnen Version sind:

1. *Bluetooth 1.0 und 1.0B:*

- enthält Sicherheitsprobleme durch Bluetooth Hardware Device Address Transmission (BD_ADDR)
- maximale Datenübertragungsrate von 723,2 kbit/s

2. *Bluetooth 1.1:*

- Indikator für die Signalstärke hinzugefügt: "Received Signal Strength Indicator (RSSI)"
- maximale Datenübertragungsrate von 723,2 kbit/s

3. *Bluetooth 1.2:*

- weniger empfindlich gegen statische Störer durch "Adaptive Frequency-Hopping spread spectrum" (AFH)
- maximale Datenübertragungsrate von 723,2 kbit/s

4. *Bluetooth 2.0:*

- o etwa dreifache Datenübertragungsgeschwindigkeit durch "Enhanced Data Rate" (EDR) mit maximaler Übertragungsrate von 2,1 Mbit/s

Funktionsweise

Bluetooth verwendet den Frequenzbereich zwischen 2,402 GHz und 2,480 GHz im lizenzfreien ISM-Band (Industrial, Scientific, Medical) wodurch sich auch Probleme durch andere Funksignale im gleichen Frequenzband ergeben (z.B.: WLAN, Mikrowellen ...). Das von Bluetooth verwendete Frequenzband ist deshalb in 78 Stufen unterteilt (mit je 1 MHz Abstand). Während der Verbindung zweier Bluetoothgeräte wechseln diese abhängig vom Datentyp bis zu 1600 mal in der Sekunde die Frequenz, gesteuert durch einen pseudozufälligen Algorithmus (Frequency-Hopping). Seit v1.2 ist als Anpassung das Adaptive Frequency-Hopping implementiert. Dabei werden Frequenzen temporär nicht mehr genutzt, wenn andere statische Störquellen (z.B. WLAN) senden.

Es gibt 3 Bluetoothklassen die sich durch die Sendeleistung (und damit auch Reichweite) unterscheiden:

Klasse	max.Leistung(in mW)	max. Leistung (in dBm)	Reichweite im Freien(in m)
Klasse1	100	20	100
Klasse2	2,5	4	50
Klasse3	1	0	10

Für den Einsatz in mobilen Geräten sollte die Hardware möglichst wenig Strom verbrauchen, daher wird für eine Verbindung zwischen zwei Geräten das Sendesignal nur so stark gewählt wie nötig, um fehlerfrei zu bleiben. Desweiteren werden nur Daten gesendet, auf Leerpakete etc. wird vollkommen verzichtet. Wenn keine Daten zu übertragen sind, kann der Master in einem Piconet seine Slaveeinheiten in einen Hold-Modus zur Stromersparnis versetzen. Weitere Low-Power-Zustände, die vor allem für Portable-Anwendungen wie Mobiltelefone geeignet sind, sind der SNIFF- und PARK-Modus. Im SNIFF-Modus arbeitet ein Slave in einem reduzierten Zyklus, während im PARK-Modus ein Gerät weiterhin synchronisiert bleibt, aber nicht an der Kommunikation teilnimmt.

Der Bluetooth Stack

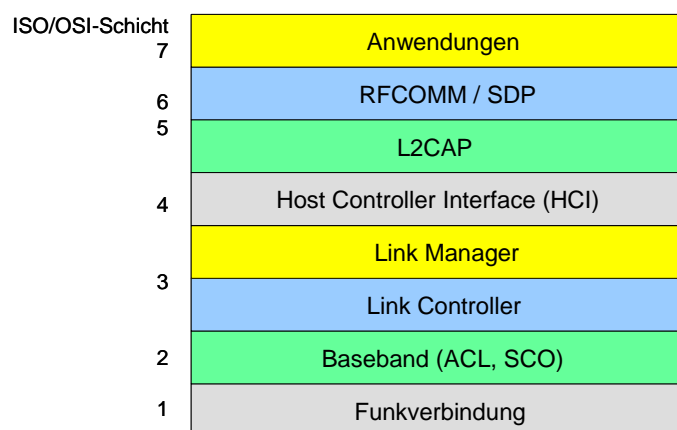


Abbildung 1: Der Bluetoothstack

Ähnlich dem OSI-Schichtenmodell für Netzwerkverbindungen kann der Bluetoothstack in Schichten eingeteilt werden. Die einzelnen Schichten sind in Abbildung 5 gezeigt.

- **RFCOMM/SDP:** Emulierung von seriellen COM-Ports, Suchen von Geräten, Registrieren und Deregistrieren von Diensten, die durch das Gerät unterstützt werden
- **L2CAP:** Bietet höheren Protokollen verbindungsorientierte/verbindungslose Datendienste an (Protokollmultiplexing, Segmentierung von Paketen, ..)
- **Host Controller Interface (HCI):** Schnittstelle zwischen Gerätesoftware und BT-Hardware
- **Link Manager:** Definiert Nachrichten, die zwischen Verbindungspartnern ausgetauscht werden, um Verbindungen zu verwalten. Folgende Aufgaben werden vom Link Manager ausgeführt:
 - Aufbau ACL-Verbindung und Vergabe der Linkadresse
 - Aufbau SCO-Verbindung
 - Beenden von Verbindungen
 - Konfiguration (Aushandeln von max. Anzahl Slots der ACL- und SCO-Pakete)
 - Einschalten von EDR falls unterstützt
 - Master-Slave Rollentausch
 - Pairing
 - Authentifizierung und Verschlüsselung
 - Kontrolle des Adaptive Frequency Hopping
 - Stromsparmanagement
- **Link Controller:** Aufbau, Aufrechterhaltung und Schließen von Verbindungen
- **Baseband(ACL, SCO):** Hauptaufgabe ist Bitübertragung in Paketen, Übertragungsarten Asynchronous Connectionless Link, Synchronous Connection Oriented; Fehlerbehandlungsarten FEC (Forward Error Control) und ARQ (Automatic Request)
- **Physikalische Schicht (Funkverbindung):** Frequenzband, in Kanäle aufgeteilt (abhängig von Übertragungsfrequenz), jeder Kanal aufgeteilt in Zeitslots

Organisation eines Bluetoothnetzwerks

Jedes Bluetooth-Gerät kann gleichzeitig mit 7 anderen Geräten kommunizieren, insgesamt kann das Netzwerk bis zu 264 Geräte umfassen, wovon 256 im PAK-Modus sind und sich nur mit dem Master synchronisieren. Master in einem sogenannten Piconetz ist in der Regel das Gerät welches als erstes eine Anfrage stellt und somit das Netzwerk initiiert. Ein Gerät kann auch gleichzeitig in mehreren Piconetzen aktiv sein, ist aber nur in einem Piconetz Master. So lassen sich bis zu 10 Piconetze zu einem Scatternetz miteinander verbinden.

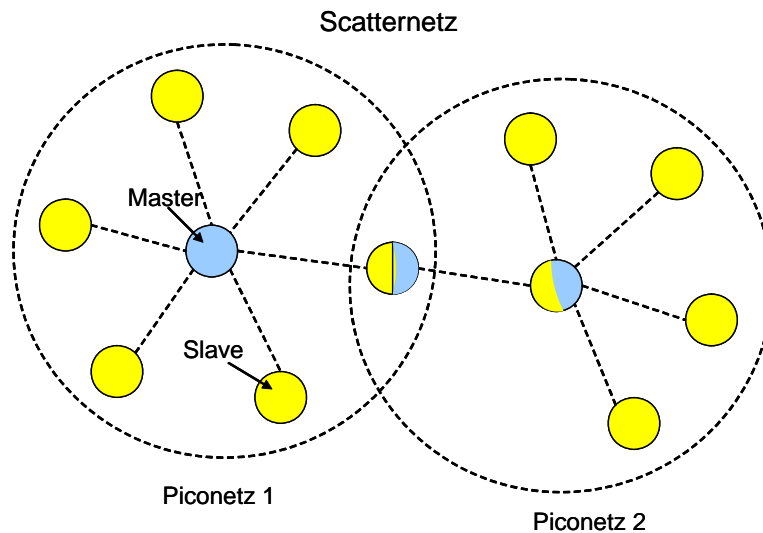


Abbildung 2: Pico- und Scatternetz

Literatur und Quellen

[1] Sauter, Martin: Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme. Vieweg Verlag, 2004. Kapitel 5

[2] Special Interest Group: *Specification of the bluetooth system - wireless connections made easy*, 2004

Fragen:

1. Welche BT Klassen gibt es und welche Eigenschaften haben diese (Reichweite, Leistung)? Welche Frequenzen nutzt BT?
2. Welche maximale Übertragungsgeschwindigkeit bietet BT und von welchen Faktoren hängt diese ab? Berücksichtigen Sie die verschiedenen Standards von BT!
3. Welche Stromsparmodi gibt es bei BT?
4. Was ist das HCI (Host Controller Interface) und welche Aufgaben hat es? Besonderheiten?
5. Skizzieren Sie den BT Protokoll Stack. Erklären Sie kurz die einzelnen Schichten!
6. Wie können über das L2CAP-Protokoll unterschiedliche Datenströme für unterschiedliche Anwendungen im Zeitmultiplex übertragen werden?
7. Wie können mehrere Dienste gleichzeitig die RFCOMM-Schicht verwenden?
8. Erklären Sie das Master-Slave Konzept und beschreiben sie, was Pico- oder Scatternetze sind!
9. Gibt es Probleme bei der Benutzung von BT hinsichtlich anderer drahtloser Übertragungsmedien? Wie können evtl. Störungen der Übertragung vermieden werden?
10. Beschreiben Sie die Paketstruktur eines BT-Pakets (verschiedene Pakettypen beachten)