

DIPLOMARBEIT

für

Christian Zbinden und Michael Lerjen

Betreuer: Jan Beutel, Herbert Walder, Christian Plessl

Ausgabe: 17. September 2001

Abgabe: 25. Januar 2002

Reconfigurable Bluetooth Ethernet Bridge

Einleitung

Die elektronische Geräte um uns herum werden immer mehr und dringen in jeden Bereich unseres Lebens ein. Dabei wird die Kommunikation immer wichtiger um Funktionen zwischen Geräten auszutauschen und zu teilen. Der Trend geht dabei klar zu drahtlosen Kommunikationsschnittstellen. Herkömmliche Netzwerke bestehen meistens aus einer Basisstation und verschiedenen mobilen Geräten die dann sternförmig miteinander kommunizieren.

Bluetooth [12, 10] ist ein aktueller Kommunikationsstandard, der es ermöglicht auf kurzer Distanz Daten- und Audioverbindungen zwischen mobilen Geräten, PDA's, PC's, Telefonen, Druckern, Kopfhörern und vielen anderen Geräten aufzubauen. Solche Ad-hoc Netzwerke können dann aus mehreren Piconetzen mit bis zu 8 Geräten ein Scatternetz aufbauen. Weitere Designziele von Bluetooth sind eine kleine Baugrösse, geringe Implementationskosten, geringer Stromverbrauch sowie Sicherheit, Interoperabilität und Zuverlässigkeit im öffentlichen ISM Band auf 2.4 GHz.

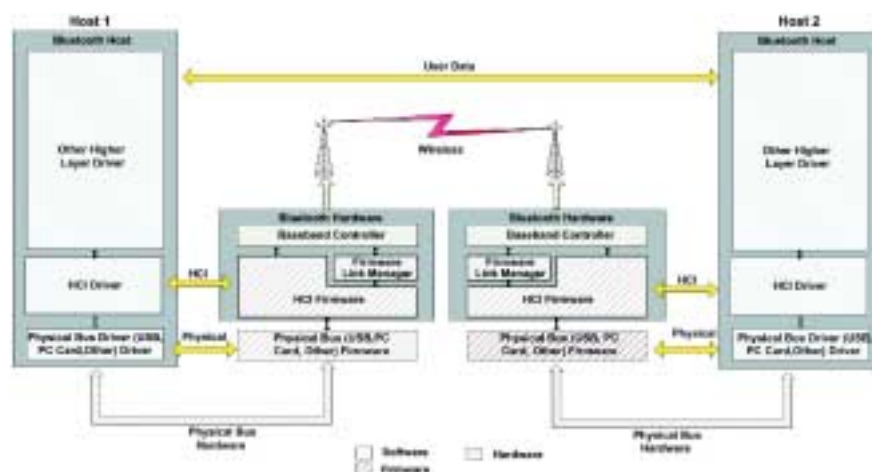


Abbildung 1: Bluetooth Protokollschichten und Partitionierung

Dabei ist Bluetooth so entworfen worden, das Geräte in funktionell in ein Frontend (z.B. Bluetooth Modul) und ein Backend (Host) partitioniert werden können (sieheq Abbildung). Dabei ist das Frontend für die physikalische Verbindung und die damit verbundene Signalverarbeitung und das Backend für die logischen Verbindungen, die

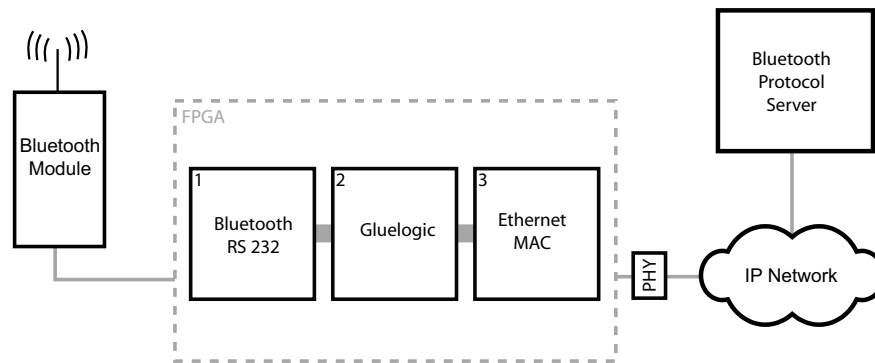


Abbildung 4: Funktionsübersicht der Bluetooth Bridge

Aufgabenstellung

1. Erstellen Sie einen Projektplan und legen Sie Meilensteine sowohl zeitlich wie auch thematisch fest [19]. Erarbeiten Sie in Absprache mit dem Betreuer ein Pflichtenheft.
2. Machen Sie sich mit den am Institut und bei Prof. Mattern (Smart It's) bereits durchgeführten Arbeiten [15, 14, 16, 18, 8, 17, 4] vertraut. Es sollten möglichst viele Synergien aus schon durchgeführten Arbeiten genutzt werden.
3. Arbeiten Sie sich in die Softwareentwicklungsumgebung des BlueZ Bluetooth Protocol Stacks, Virtueller Tunnel und des Linux Kernels ein [13, 5, 2]. In der Bluetooth Protokoll Spezifikation sind dazu vor allem Part C, D, F.1 und H relevant [10]. Machen Sie sich mit den Mechanismen und Tools (Gnu Toolchain [3], Anjuta [1]) vertraut.
4. Arbeiten Sie sich in die FPGA Entwicklungsumgebung ein. Testen Sie die Entwicklungsplattform.
5. Machen Sie sich mit existierenden IP Bausteinen für FPGA's vertraut. Überlegen Sie welche Vor- und Nachteile der die verschiedenen Angebotenen Lösungen bieten. Welche Funktionen z.B. eines Ethernetkontrollers werden Sie benötigen?
6. Zerlegen Sie die gesamte Funktionalität der Ethernet Bluetooth Bridge in Funktionsblöcke (Module) und definieren Sie die Schnittstellen, Datenflüsse (zwischen den Blöcken) und lokale Datenhaltung der einzelnen Module. Gehen Sie dabei hierarchisch vor (top-down) und berücksichtigen Sie folgende Aspekte:
 - Funktionale Anforderungen
 - Implementierbarkeit auf der Vorhandenen Infrastruktur (XESS-Board)
 - Wiederverwendbarkeit der Module
7. Dazu sollen Sie die folgenden Punkte bearbeiten:
 - Welche Funktionsblöcke/Module entstehen pro Hierarchiestufe?
 - Wie gestalten sich die Schnittstellen?
 - Welche Daten müssen wo gespeichert werden?
 - Welche Daten müssen an Folgeblöcke übergeben werden? Datenmenge?
 - Wie wird Flow-Control realisiert?
 - Wie wird die Datenintegrität gewährleistet (QoS IP, Packet loss, etc.). Welches Protokoll wird verwendet? (TCP? Eigenes Protokoll?)
 - Welche Parameter beeinflussen den max. Durchsatz der EBB? Welches sind dabei die Schlüsselstellen im Design? Wo sind die Bottle-necks?
 - Welche Randbedingungen gelten (z.B. Vollständigkeit des IP-Stacks, Länge der ARP-Tabelle, etc.)
 - Wie wird die EBB konfiguriert? (MAC-Adresse, IP-Adresse, Baudrate, Flow-Control? statisch / dynamisch?)
 - Wo und wie können Debugging-Möglichkeiten eingesetzt werden?

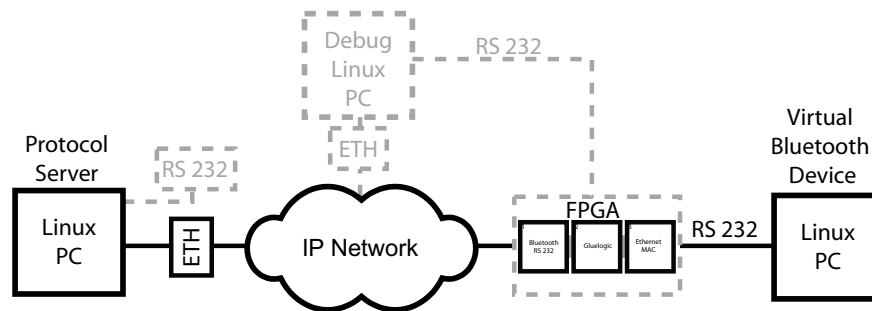
ommand Complete(0x0e)

8. Entwickeln Sie ein Konzept für Service Discovery und Handover von einem Access Point zum nächsten.
9. Schreiben Sie eine Kontrollapplikation sowie einen angepassten Treiber für den Bluetooth Protokoll Server. Versuchen Sie die in einer Semesterarbeit am TIK [17] entwickelte Multihop Funktionalität miteinfließen zu lassen.
10. Dokumentieren Sie Ihre Arbeit sorgfältig mit einem Vortrag, einer kleinen Demonstration, sowie mit einem Schlussbericht.

Phasen der Arbeit

Die im folgenden beschriebenen Phasen der Arbeit sollen als Richtlinie für den Entwicklungsprozess dienen. Sie können wahlweise auch ohne die FPGA Entwicklungsplattform realisiert werden indem man diese durch einen weiteren PC mit den erforderlichen Schnittstellen ersetzt.

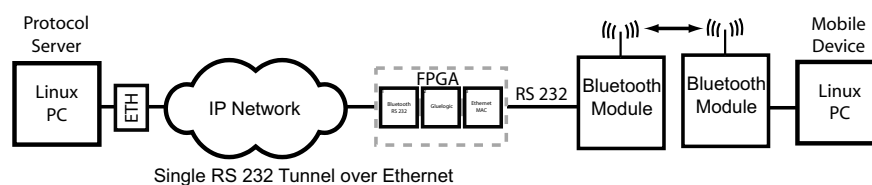
Einfacher Tunnel über RS-232



Hier soll in einem ersten Versuch eine Ethernet/RS-232 Verbindung aufgebaut und getestet werden. Beachten Sie das beim Tunneln einer RS-232 Verbindung keine Daten verloren gehen dürfen. Ermitteln Sie Performance und Robustheit einer solchen Verbindung in einem separaten Subnetz, und bei Routes über verschiedene Netzsegmente mit unterschiedlich viel Verkehr.

In der Konfiguration mit FPGA dient diese Konfiguration dazu den FPGA Entwurf zu testen. Weiterhin können Sieq so verschiedene Konfigurationen, Protokolle und virtuelle Devices ausprobieren.

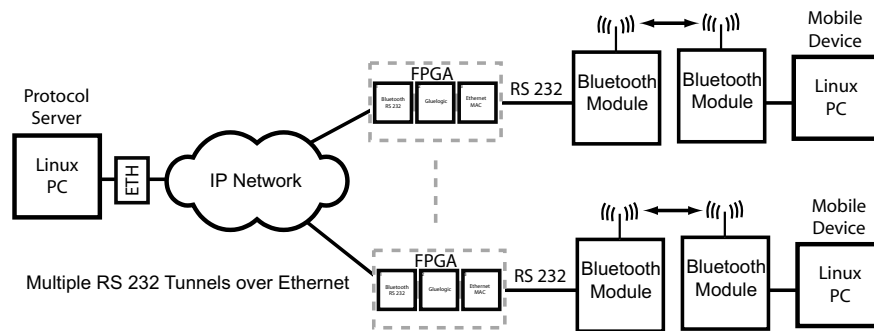
Einfacher Tunnel über Bluetooth



Testaufbau für einen einzelnen PPP Link über Bluetooth, wahlweise mit und ohne die FPGA Entwicklungsplattform.

Hier soll vorerst nur der HCI Transport Layer getunnelt werden. Versuchen Sie sowohl asymmetrische wie symmetrische Gerätekonfigurationen. Ermitteln Sie Performance und Robustheit des Bluetooth Protokolls, bzw. der HCI Schnittstelle. In dieser Konfiguration lassen sich Service Discovery sowie der Multihop DSR Protokoll Layer implementieren. Achten Sie dabei auf die folgende Erweiterung ihres Konzeptes mit mehreren Access Points.

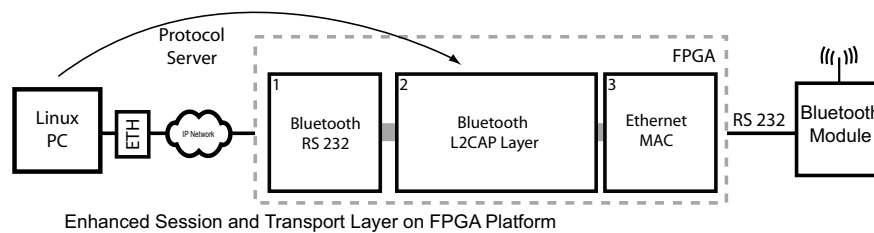
Mehrfacher Tunnel über Bluetooth



Testaufbau für mehrer Access Points die von einem Protokoll Server aus bedient werden. Überprüfen Sie ob es notwendig ist für jeden Access Point einen eigenen Prozess/Treiber zu starten, oder ob sich dieses in der vorhandene Struktur multiplexen lässt.

Hier kann anschliessend Roaming/Handoff sowie Service Management ausprobiert werden.

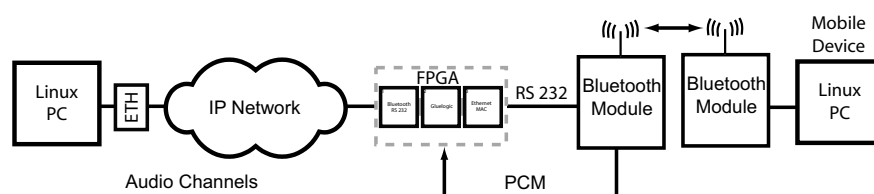
Implementation des L2CAP Mechanismus im FPGA



Auslagerung des L2CAP Mechanismus (Session Layer) aus dem Protokoll Server in die verteilten Access Points. Ermitteln Sie ob es sinnvoll und möglich ist, dem FPGA-Access Point weitere Bluetooth Protokoll Funktionen zu übertragen.

Definieren Sie dazu eine neue Treiberschnittstelle und ein eigenes Tunnelprotokoll. Wägen Sie genau die Vor- und Nachteile bei der Systempartitionierung ab. Sie können sich dazu gut am BlueZ Treiber orientieren.

Optional: Audioverbindung mit Bluetooth



Versuchen Sie eine synchrone Audio Verbindung mit Bluetooth zu erstellen und diese vom Audio Codec auf dem Entwicklungs Board wandeln zu lassen.

Durchführung der Diplomarbeit

Allgemeines

- Sie verfügen über PC's mit Linux/Windows für Softwareentwicklung und Test. Falls damit Probleme auftauchen wenden Sie sich an Ihren Betreuer.
- Stellen Sie Ihr Projekt zu Beginn der Semesterarbeit in einem Kurzvortrag vor und präsentieren Sie die erarbeiteten Resultate am Schluss im Rahmen des Institutskolloquiums Ende Semester.
- Besprechen Sie Ihr Vorgehen regelmässig mit Ihren Betreuern.

Abgabe

- Geben Sie zwei unterschriebene Exemplare des Berichtes spätestens am 25. Januar 2002 dem betreuenden Assistenten oder seinen Stellvertreter ab. Diese Aufgabenstellung soll vorne im Bericht eingefügt werden.
- Räumen Sie Ihre Rechnerkonten soweit auf, dass nur noch die relevanten Source- und Objectfiles, Konfigurationsfiles, benötigten Directorystrukturen usw. bestehen bleiben. Der Programmcode sowie die Filestruktur soll ausreichen dokumentiert sein. Eine spätere Anschlussarbeit soll auf dem hinterlassenen Stand aufbauen können.

Literatur

- [1] Anjuta IDE. <http://anjuta.sourceforge.net>.
- [2] Linux Kernel Archive. <http://www.kernel.org>.
- [3] The Gnu Project. <http://www.gnu.org>.
- [4] The Smart Its Project. <http://www.smart-its.org>.
- [5] VTUN - Virtual Tunnels over TCP/IP Networks. <http://vtun.sourceforge.net>.
- [6] Jan Beutel and Maksim Krasnyanskiy. *Linux BlueZ Howto*, 2001.
- [7] XESS Corporation. *XSV Board V1.0 Manual*.
- [8] Damon Fenacci, Marcel Grob, Peter Zberg, and Simon Künzli. Konzept Heim Netzwerk. Master's thesis, ETH Zürich, TIK, 2000.
- [9] Bluetooth Special Interest Group. *Bluetooth Assigned Numbers, v.1.1*, February 2001.
- [10] Bluetooth Special Interest Group. *Specification of the Bluetooth System - Core, v.1.1*, February 2001.
- [11] Bluetooth Special Interest Group. *Specification of the Bluetooth System - Profiles, v.1.1*, February 2001.
- [12] Jaap C. Haartsen. The Bluetooth Radio System. *IEEE Personal Communications*, February 2000.
- [13] Maksim Krasnyanskiy. BlueZ, Bluetooth protocol stack for Linux. <http://bluez.sourceforge.net>.
- [14] H. Mathys. Bluetooth Stack for the Palmpilot. Master's thesis, ETH Zürich, TIK, 2001.
- [15] H. Mathys, A. Pellmont, and A. Petralia. Home Networking - Implementation (Übertitel: DMA - Drop a Message Anywhere). Master's thesis, ETH Zürich, TIK, June 2000.
- [16] Thomas Moser and Lukas Karrer. The EventCollector Concept. Master's thesis, ETH Zürich, Distributed Systems Group, 2001.
- [17] Riccardo Semadeni and Lars Wernli. Bluetooth Unleashed, Wireless Netzwerke ohne Grenzen. Master's thesis, ETH Zürich, TIK, July 2001.

- [18] Sascha Wulff and Marco Wirz. Bluetooth Networking - Protocol and Application Development. Master's thesis, ETH Zürich, TIK, February 2001.
- [19] Eckart Zitzler. Studien- und Diplomarbeiten, Merkblatt für Studenten und Betreuer. ETH Zürich, TIK, March 1998.

Date	Section	Changes
Sept. 19, 2001		Initial version
Sept. 22, 2001		Refined version, to be discussed with Herbert and Christian
Oct. 2, 2001		New stylesheet
Oct. 22, 2001		Herbert's changes

Tabelle 1: Revision History