

THE DESIGN OF MINIMAL BLUETOOTH STACK

Martin Gazda

Master Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xgazda00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Petr Hanáček

E-mail: hanacek@fit.vutbr.cz

Abstract: This paper main aim is to propose minimal Bluetooth stack designed for embedded applications running on an education platform FITkit. This paper main section includes proposed Bluetooth protocol stack and challenging issues of embedded protocol stack design.

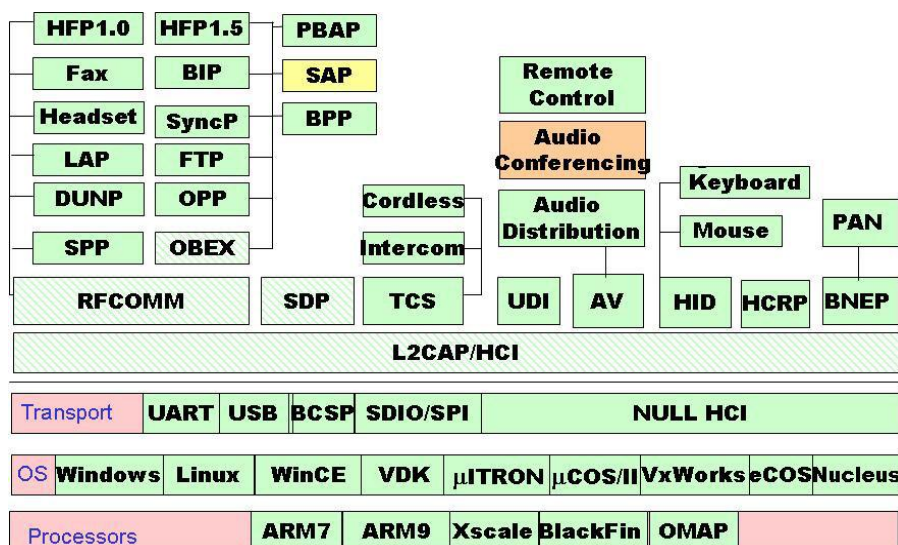
Keywords: EEICT, Bluetooth, protocol, stack, FITkit, host, controller, embedded

1. ÚVOD

Bluetooth je bezdrátová komunikační technologie sloužící k bezdrátovému spojení dvou a více elektronických zařízení. Vzhledem ke své robustnosti, nízké ceně a nízké spotřebě je vhodná pro nasazení ve vestavěných aplikacích. Základem Bluetooth je rádiové rozhraní a protokolový stack. V současné době existuje větší množství velmi komplexních implementací protokolového stacku Bluetooth. Tato práce navrhuje velmi jednoduchý, minimální Bluetooth stack použitelný v vestavěných aplikacích, kdy omezení paměťovým prostorem je jeden z kritických požadavků.

2. PROTOKOLOVÝ STACK BLUETOOTH

Bluetooth protokol můžeme rozdělit na dvě části – základní vrstvy protokolového stacku a vrstvy profilů. Základní vrstvy jsou zásadní pro fungování komunikace dle standardu Bluetooth. Vrstvy profilů jsou volitelné, navrženy pro konkrétní aplikaci tak, aby zprostředkovaly funkcionalitu základních vrstev protokolu. Protokolový stack Bluetooth se skládá ze sedmi základních vrstev – Rádiová vrstva, Fyzická vrstva („Baseband“), Linková vrstva, HCI, L2CAP, vrstva služeb SDP a emulace sériového portu RFCOMM. Mezi profily patří např. Sériový profil SPP, přenos souborů, profily pro přenos hlasu HSP, rozhraní HID (klávesnice, myši, aj.) a další.



Obrázek 1: Ukázka rozsáhlého protokolového stacku EtherMind fy. MindTree Consulting Ltd. [2]

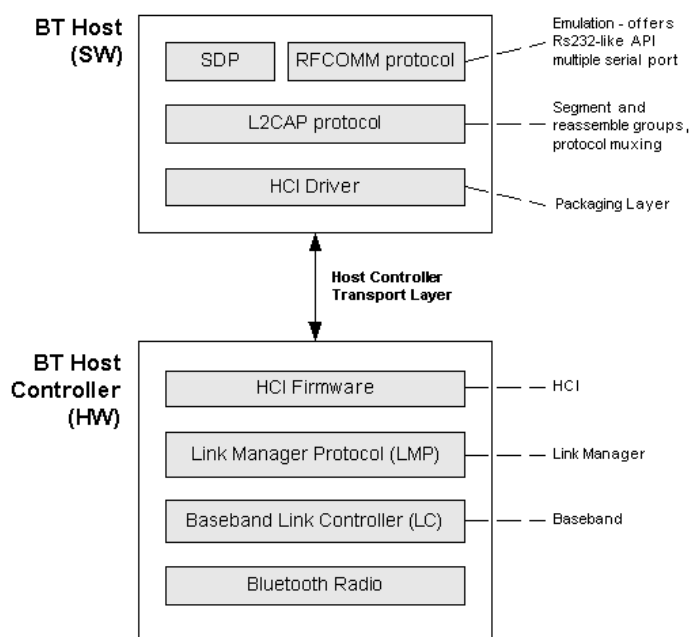
3. MINIMÁLNÍ PROTOKOLOVÝ STACK BLUETOOTH

Základním požadavkem na minimální protokolový stack Bluetooth je bezpochyby zajištění sériové komunikace mezi dvěma zařízeními. Tyto požadavky jsou nazývány Bluetooth sériový profil. Každý profil obsahuje povinné vrstvy, protokoly a podmnožiny rozhraní těchto protokolů, nezbytné pro svou funkci, definici závislostí a definici uživatelského rozhraní.

Profil tedy můžeme popsat jako vertikální řez protokolovým stackem. Definuje funkce jednotlivých vrstev stacku, které je nutné implementovat pro správnou funkci profilu. Určuje rozsah hodnot parametrů jednotlivých vrstev. Systém profilů byl vytvořen pro zvýšení kompatibility mezi zařízeními jednotlivých výrobců.

Komunikační stack Bluetooth může být implementován dvěma způsoby. Rozlišujeme mezi tzv. vestavnou variantou, kde je celý stack implementován v rámci jednoho mikrokontroleru, a tzv. host-kontroler variantou, kdy je protokolový stack vhodně rozdělen.

Komunikační stack Bluetooth tedy můžeme dále rozdělit na vyšší a nižší vrstvy. Mezi nižší vrstvy patří rádiová vrstva, fyzická vrstva a linková vrstva. Vyšší jsou pak L2CAP, SDP, RFCOMM a aplikační vrstva. Vrstva HCI představuje rozhraní, spojující tyto dvě části komunikačního stacku. Pro případy, kdy je komunikační stack fyzicky rozdělen, nižší vrstvy se nacházejí na Bluetooth kontroleru, vyšší jsou pak implementovány např. v mikrokontroleru, definuje Bluetooth specifikace komunikační protokol HCI („Host Controller Interface“). Tato vrstva poskytuje uniformní rozhraní pro přístup k nižším vrstvám protokolového stacku. HCI vrstvu je rozdělena na tři části, část na hostu, část na kontroleru a transportní vrstva.



Obrázek 2: Minimální protokolový stack Bluetooth

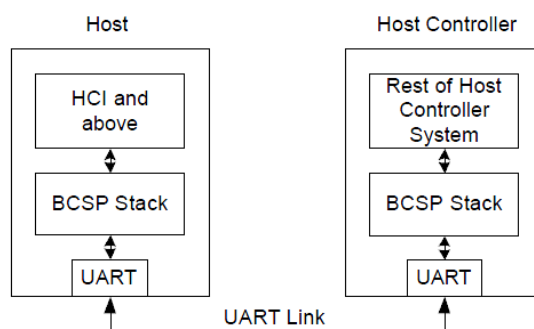
Pro podporu komunikace přes sériové rozhraní, pak zmíněný výčet vrstev představuje minimální rozsah implementace zajišťující tuto funkcionalitu. Vlastní funkcionalita jednotlivých vrstev je vhodně redukována, tato redukce vychází z definice sériového profilu.

4. NAVRŽENÉ ŘEŠENÍ

Součástí navrženého řešení je využití výukové platformy FITkit a modulu BTM330 fy. Rayson. BTM330 je Bluetooth modul splňující specifikaci v2 + EDR. Výstupní výkon zařízení je ve třídě 2. Zařízení obsahuje zabudovanou 16Kbit EEPROM paměť. Zařízení podporuje práci v režimech sni-

žené spotřeby: park, sniff, hold a deep sleep. Vlastní propojení modulu BTM330 a FITkitu je realizováno pomocí vodičů rozhraní UART. Nad tímto propojením je využit proprietární protokol BCSP fy. CSR, výrobce BlueCore čipu, který je součástí modulu.

BCSP byl vyvinut jako rozšíření UART o možnost spolehlivé komunikace. Fyzický přenos dat probíhá stejně jakou RS232. BCSP stack zajišťuje přenos zpráv mezi Bluetooth hostem a Bluetooth kontrolerem.



Obrázek 3: Blokové schéma umístění BCSP stacku

5. ZÁVĚR

Tato práce si klade za cíl navrhnout a vytvořit řešení využitelné na širokém poli aplikací pro vestavěné systémy s požadavkem na vysokou spolehlivost, nízkou energetickou a paměťovou náročnost použité komunikace. Tato práce záměrně pomíjí části protokolového stacku, které jsou irelevantní na poli jednoduchých vestavěných aplikací, které by však mohly profitovat z využití bezdrátového komunikačního rozhraní s relativně vysokou propustností. Hlavním kritériem však zůstává především dosažená paměťová náročnost při implementaci sériového profilu. Tento stack se nesnaží konkurovat komplexním protokolovým Bluetooth stackům, naopak se snaží současnou nabídku rozšířit o řešení minimalistické a funkční i na systémech s pamětí v řádu kB, spíše než MB.

REFERENCE

- [1] BLUETOOTH SIG.: BLUETOOTH SPECIFICATION Version 2.1 + EDR [vol 0]. [online], poslední aktualizace 26.07.2007, [cit. 2011-03-03]. URL <http://www.bluetooth.com/Specification%20Documents/Core_V21__EDR.zip>
- [2] PALOWIRELESS.: Bluetooth Tutorial. [online], [cit. 2011-03-03]. URL <<http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial.asp>>
- [3] OLMR, V.: Sériová linka RS-232. [online], poslední aktualizace 12.12.2005, [cit. 2011-03-03]. URL <<http://hw.cz/rs-232>>
- [4] VACEK, V.: Sériová komunikace ve WIN 32. Praha, BEN – technická literatura 2003
- [5] HANÁČEK, P.: Bezdrátové LAN. [online], Vysoké učení technické v Brně, [cit. 2011-03-03]. URL <<https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/BMS/private/bms0x7.pdf>>
- [6] FITkit.: Popis kitu. [online]. Stránky projektu FITkit, Brno, ©2006 [cit. 2011-03-03]. URL <<http://merlin.fit.vutbr.cz/FITkit/hardware.html>>