

Bluetooth moduly

Michal Jahelka

prof. Ing. Zdeněk Diviš, CSc.

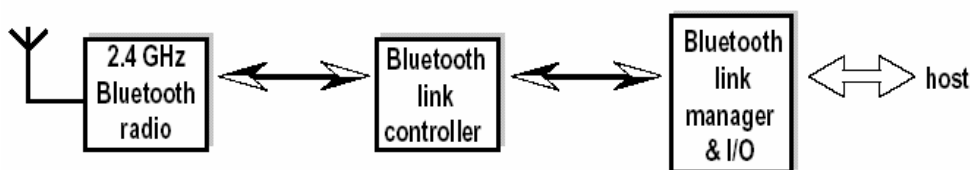
Katedra elektroniky a telekomunikační techniky, FEI, VŠB – Technická univerzita Ostrava
17. listopadu 15, 708 33, Ostrava-Poruba
michal.jahelka@vsb.cz

Abstrakt. Pokud chceme používat technologii bluetooth ve svých aplikacích, je nejvýhodnější variantou použití bluetooth modulů. Obsahují rádiovou a digitální část, různé vstupy a výstupy. V digitální části je mikropočítač vybavený HCI softwarem s možností doplnění vlastního uživatelského softwaru. Komunikace s nadřazeným systémem může probíhat po sériové lince (RS232, nebo USB), případně sám modul může řídit nějaké jednodušší zařízení (ať už přes tuto linku, nebo pomocí univerzálních vstupů/výstupů). Bluetooth moduly mají nízký proudový odběr, a proto je lze použít do mnohých přenosných aplikací.

Klíčová slova: Bluetooth, moduly, HCI, komunikace

1 Technologie bluetooth

Jedná se o technologii bezdrátového přenosu (např. řeči nebo dat), při nízké spotřebě energie, miniaturní velikostí, automatickou konfigurací a nízké ceně. Bluetooth je provozován v bezlicenčním pásmu 2,4 GHz, používá tvarovanou binární FM modulaci. Informace v kanále se přenášejí paketově, z nichž každý je přenášen na jiné skokové frekvenci. Jedná se tedy přepínání paketů (převážně použit pro data). Standardně je využit jeden paket na slot, ale může být použito až 5 slotů. Kromě paketového spojení umožňuje bluetooth spojení s přepínáním okruhů. To je použito převážně pro časově vázané informace (např. hlas).



Obr. 1. Složení jednoho BT zařízení.

1.1 Bluetooth rádiový modul

Jedná se o vysílač/přijímač v pásmu 2,4 GHz, která je schopný změny frekvence (2,4MHz – 2,4835MHz) i výkonu. Rádiový modul se dělí na tři třídy. Třída 2 je nejpoužívanější. Je zaměřena na nízkou spotřebu (její nominální výkon činí 1mW). Dosah rádiového vysílače s touto třídou se udává nejméně 10m při přímé viditelnosti. Třída 1 má maximální výkon 100mW a dosah nejméně 100m. Její použití je na vyšší vzdálenosti a pro více zarušená prostředí. Třída 3 se prakticky komerčně nepoužívá, její maximální výkon je 1mW, nominální ani minimální výkon není určen. Tato třída je určena do provozů citlivými na rušení (např. nemocnice).

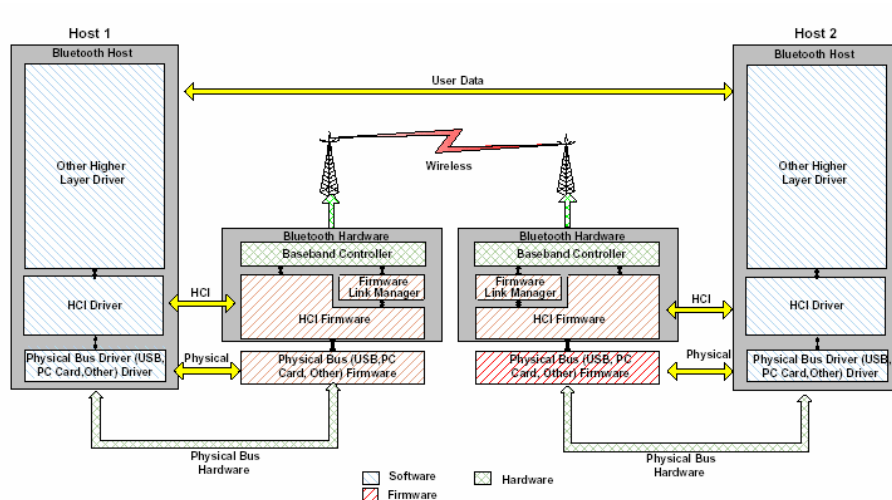
1.2 Bluetooth link controller

Řídí rádiový modul, mění frekvence a výkon, provádí navázání spojení, udržuje komunikaci, zajišťuje identifikaci a přístup. Link controller umožňuje navázání komunikaci s jedním i více BT zařízeními. Takto vzniklé komunikační sítě se nazývají PICONET. Sítě mají obvykle zařízení typu master a slave, ale mohou pracovat i v režimu scatternet (což je síť ve které dochází k překrytí, více masterů atd.). Link controller (master) zajišťuje také pseudonáhodné změny kanálů v rozsahu 79 nebo 23 frekvencí. Tyto změny se nazývají frequency hopping a probíhají 1600 krát za sekundu. Tyto pseudonáhodné změny jsou stejné v celé síti piconet. Kanál je rozdělen do časových slotů, každý o délce 625ms. Časové sloty jsou očíslovány v rozsahu 227.

Mezi zařízení master a slave jsou definovány dva typy spojení. Synchronní spojově orientované služby (SCO link) se používají pro přenos časově vázaných informací v rezervovaných slotech mezi jedním zařízením master a jedním slave (použito např. pro přenos řeči 64 kbit/s). Asynchronní nespojově orientované služby (ACL link) umožňují spojení jednoho bodu s ostatními (point-to-multipoint). Používají se například pro přenos dat. Aby se vytvořilo SCO spojení, je nutno nejdříve uskutečnit ACL spojení.

1.3 Bluetooth link manager

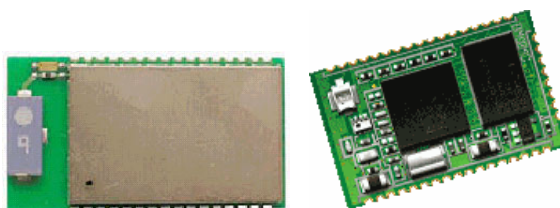
Obstarává nastavení, autorizaci, konfiguraci spojení a zabezpečuje činnost dalších protokolů. Link manager zjišťuje a komunikuje s ostatními LM přes protokol manažeru spojení (LMP). Ten umožňuje: Posílání a přijímání dat, identifikaci jména zařízení, nastavení spojení, nastavení link controlleru do hold nebo park módu. Uživatel pak s tímto manažerem komunikuje pomocí protokolů.



Obr. 2. Příklad dvou zařízení komunikujících přes bluetooth.

2 Bluetooth moduly

Abychom mohli ve svých aplikacích použít tuto technologii, musíme ji do nich implementovat. Způsoby jsou různé. Jednou možností je použít přímo čipy bluetooth, připojit další součástky a navrhnout plošný spoj. To s sebou přináší další problémy, takže toto řešení se už vyplatí ve velkých sériích výrobků. Značně jednodušší možností je použít bluetooth modul, který v sobě integruje řídicí čip, další potřebné součástky, případně i anténu. Vlastní implementace je pak jednoduchá, protože modul má vývody pro napájení, řízení a data.

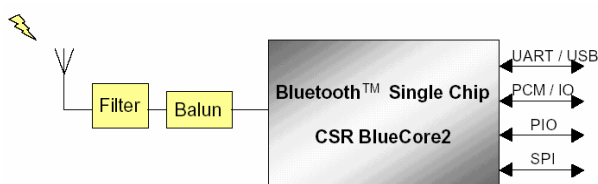


Obr. 3. Ukázka bluetooth modulů.

Moduly se vyrábí ve třídě 1 (s cenou od 100 dolarů) a ve třídě 2 (s cenou od 60 dolarů). Je to sice značně více než cena samotného čipu (5 dolarů), avšak návrhář se prakticky nemusí o nic starat.

2.1 Složení modulů

Na modulu bývají implementována některá rozhraní: Nejčastěji je to rozhraní pro sériovou komunikaci (v úrovních RS232) a PCM kodek pro hlasovou komunikaci. Volitelně pak USB rozhraní, GPIO (všeobecně použitelné digitální vstupy/výstupy), SPI nebo I2C sběrnice.



Obr. 4. Vstupy a výstupy bluetooth modulu s řídicím mikro počítačem firmy CSR.

Samozřejmou součástí je implementace HCI firmware. Avšak nové moduly umožňují nejen upgrade tohoto firmware, ale i psaní vlastních aplikací, které jsou uloženy do paměti modulu spolu s firmwarem. Vlastní aplikace pak mohou ovládat I/O porty, nebo komunikovat po sériové lince nebo USB. Velikost paměti se pohybuje od 1 do 8 MB, ale vyskytují se i moduly vyžadující připojení vnější paměti.

2.2 Napájení a spotřeba

Nespornou výhodou technologie bluetooth je její nízká spotřeba. Proto se tato technologie používá především pro menší mobilní zařízení s velkými nároky na proudový odběr. Napájecí napětí je běžně 3.3V, avšak moduly mají vestavěný stabilizátor, takže u většiny je rozsah větší (3 – 3,5V). Moduly mají různé napájecí módy – režimy snížené spotřeby. Režim SNIFF má nejvyšší pracovní cyklus, a tedy nejvyšší spotřebu z nízkopříkonových režimů. Pak následují režimy HOLD a PARK. Při režimu DEEP SLEEP je modul vypnut a neodebírá téměř žádný proud. V režimu SNIFF je dosaženo nízké spotřeby tím, že ACL přenos dat může začít jen v určitých časových slotech. V režimu HOLD není podporováno ACL spojení. Avšak SCO spojení stále existuje, proto je možno provádět skenování, stránkování, zjišťování nebo navštívit jinou síť PICONET. Když není potřeba aby se zařízení slave používalo kanály, ale stále chce být synchronizováno se sítí, používá se režim PARK.

Tabulka 1. Příklad proudového odběru modulu BT-20 firmy RainSun.

SCO spojení HV3	28mA
ACL přenos 115.2kbit/s	15mA
ACL přenos 720kbit/s	61mA
ACL spojení 40ms interval (SNIFF), 38,4kbit/s	4mA
Park mód, 1,28s interval 38,4kbit/s	0,6mA
Režim Deep sleep	20μA

2.3 Použití bluetooth modulů

Bluetooth moduly mají velmi široké uplatnění. Jejich další použití už jen závisí na návrháři zařízení a na přáních zákazníků. Bluetooth moduly se již používají pro:

- Počítače, Notebooky, PDA, Tiskárny, Přístupové sítě
- Mobilní telefony, bezdrátové headset sady
- Digitální fotoaparáty, Kamery
- Karty compact flash, SD karty, USB moduly
- PC příslušenství – klávesnice, myši, joysticky
- Otevírání dveří, dálkový přístup, ovládání přístrojů

Reference

1. Bluetooth, The Official Bluetooth Website.
https://www.bluetooth.org/foundry/specification/document/Bluetooth_Core_1.1_vol_1/en/1/Bluetooth_Core_1.1_vol_1.zip
2. Bluetooth Designer, <http://www.btdesigner.com>
3. CSR, <http://www.csr.com>
4. Ericsson, CD přiložené k vývojovému kitu bluetooth EBDK, 1999
5. RainSun, <http://www.btdesigner.com/pdfs/bt20.pdf>
6. USI, http://www.usi.com.tw/capabilites_products/usi_b1_0.htm

Annotation.

Bluetooth modules

This paper describes fundamentals of bluetooth, focused on modules. Here is simplified described bluetooth radio part, link controller and link manager. Second part describes advantages of bluetooth modules, its composition, power supply and consumption, and where to use it.