

ZigBee – technológia domácej automatizácie

Keď začali v 17. storočí M. Faraday a H. R. Hertz experimentovať s bezdrôtovou komunikáciou, zaiste netušili, že budúcnosť bude patriť práve tomuto fenoménu. Mobil vo vrecku, notebook s mobilným pripojením k internetu, bezdrôtová myš, tlačiareň či GPS prijímač sú dnes samozrejmosťou. Káble sú jednoducho nanič, zaberajú veľa miesta a z dizajnerskeho hľadiska vyzerajú neesteticky. A preto ten, kto chce ušetriť čas aj peniaze, využije dostupné bezdrôtové technológie. Technológií na bezdrôtový prenos je neúrekom. Aby však dokázali zariadenia rôznych výrobcov medzi sebou spoľahlivo komunikovať, je dôležité, aby existovali štandardy, ktoré ľudstvu uľahčia život. Jedným z nich je aj technológia ZigBee a ponúkaný štandard IEEE 802.15.4

Úvod do ZigBee

Komunikačná technológia ZigBee je pomerne nový štandard bezdrôtovej komunikácie, zameraný predovšetkým na oblasť automatizácie a riadiacej techniky. Ide o bezdrôtovú komunikačnú technológiu schválenú ako medzinárodný štandard nadnárodnej organizácie ZigBee Alliance (ZBA) a organizácie IEEE (IEEE 802.15.4). Táto perspektívna komunikačná technológia nachádza uplatnenie hlavne v bezdrôtových senzorových sieťach, v oblastiach ako riadenie budov, diaľkové ovládanie, monitorovanie a diagnostika zariadení, vzdialené načítavanie meraných hodnôt, počítačové periférie alebo spotrebná elektronika. [1]

ZigBee je komunikačný protokol vyššej úrovne, navrhnutý na použitie v malých, nízko príkonových rádiových zariadeniach založených na štandarde IEEE 802.15.4 pre bezdrôtové osobné siete WPAN (Wireless Personal Area Network). Mohol by nájsť uplatnenie v aplikáciách požadujúcich malú prenosovú rýchlosť a malú spotrebu energie. ZigBee technológia je navrhnutá tak, aby bola jednoduchšia a lacnejšia ako niektoré iné WPAN, napr. Bluetooth.

Vznik ZigBee a jeho vlastnosti

Štandard ZigBee nemá pôsobiť ako priama konkurencia už zavedených komunikačných štandardov typu Bluetooth, ale naopak ako ich doplnok, ktorý má rozšíriť oblasť využitia.

	GPRS/GSM	Wi-Fi 802.11b	Bluetooth 802.15.1	ZigBee 802.15.4
Aplikácie	hlasové a dátové služby	web, e-mail, video	náhrada za kábel	monitoring, riadenie
Systémové zdroje (pamäť)	16 MB +	1 MB +	250 kB+	4 kB – 32 kB
Životnosť batérie (dni)	1 – 7	0,5 – 5	1 – 7	100–1 000+, rádovo roky
Počet uzlov (zariadení) v sieti	1	32	7	264
Prenosová rýchlosť (kb/s)	64 – 128	11 000	720	20 – 250
Komunikačný dosah (m)	1 000 +	1 – 100 +	10	1 – 100 +
Výhody	dostupnosť, kvalita	rýchlosť, flexibilita	cena, jednoduchosť	spoľahlivosť, výkon/cena

Tab. 1 Parametre niektorých typov sietí

Tab. 1 uvádza prehľad parametrov a vlastností rôznych typov bezdrôtových sietí. Líšia sa hlavne pre rozdielnosť ich aplikačného použitia. ZigBee je neporovnateľne lacnejšia a menej náročná na prevádzku oproti všetkým ostatným typom sietí. [2] Je vyvíjaný medzinárodným konzorciom firiem ZigBee Alliance a medzi hlavných účastníkov jeho vývoja možno zaradiť firmy a korporácie, ako Freescale Semiconductor, Honeywell, Mitsubishi Electric, Motorola, Philips atď. [3] Štandard ZigBee je navrhnutý ako jednoduchá bezdrôtová komunikačná sieť s prenosom dát v pásme 2,4 GHz na vzdialenosť niekoľko sto metrov, s minimálnou spotrebou elektrickej energie a prenosovou rýchlosťou 20 – 250 kbit/s. Sieť môže

obsahovať tisíce zariadení. Prenášané dáta sú obvykle jednoduché správy o stave zariadenia, prípadne hodnoty namerané senzorom. Vďaka možnosti mesh topológie je technológia schopná pokryť aj veľké plochy. Hlavné vlastnosti sú:

- jednoduchosť,
- veľmi nízka spotreba energie,
- schopnosť vytvárať statickú sieťovú štruktúru,
- spoľahlivosť,
- priaznivá cena.

Niektoré základné údaje o ZigBee:

- prenos v pásmach 868/915 MHz a 2 450 MHz,
- v pásme 2 450 MHz možno bezdrôtovo prenášať dáta rýchlosťou 250 kb/s, v pásme 868/915 MHz sú prenosové rýchlosti 20 kb/s, resp. 40 kb/s,
- 16 kanálov v pásme 2 450 MHz, 10 kanálov v pásme 915 MHz, jeden kanál v pásme 868 MHz,
- 16-bitové alebo rozšírené 64-bitové adresovanie,
- dosah 30 m v uzavretých budovách, 100 m na voľnom priestranstve.

Všeobecná štruktúra protokolu ZigBee

Rovnako ako každý iný komunikačný model aj ZigBee môžeme popísať modelom OSI. Každá vrstva poskytuje svoje služby vrstve o úroveň vyššie a využíva služby vrstvy nižšej. Jednotlivé vrstvy majú svoje dátové jednotky, ktoré sú nositeľmi užitočných dát, služby, ktoré spracovávajú, a tiež rozhranie na prístup k službám susedných vrstiev. Model sa dá rozdeliť do troch základných blokov podľa toho, kým sú definované: [1]

- IEEE 802.15.4 – definuje fyzickú (PHY) a linkovú (MAC) vrstvu modelu OSI,
- ZigBee Aliancia – definuje sieťovú (NWK) a vyššie vrstvy modelu OSI mimo časti aplikačnej vrstvy definovanej v zákazníkovej aplikácii,
- zákazník – definuje zákaznícku aplikáciu v aplikačnej vrstve modelu OSI.

IEEE 802.15.4

Štandard IEEE 802.15.4 definuje fyzickú (PHY Layer) a linkovú vrstvu (MAC Layer) ZigBee komunikácie. Fyzická vrstva určuje spôsob konkrétnej fyzickej bezdrôtovej komunikácie realizovanej transceiverom, ktorému bolo pridelených niekoľko rádiových pásiem (spomenuté v úvode). Na prenos sa dátový signál moduluje metódou O-QPSK a vzduchom sa prenáša prostredníctvom DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), teda podobne ako v prípade technológie Wi-Fi. Na prístup na kanál sa využíva metóda CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance and optional time slotting).

ZigBee Aliancia

ZigBee Aliancia zodpovedá za protokol ZigBee. Je to označenie skupiny protokolov vyšších vrstiev sieťového modelu, ktorý je postavený na štandarde IEEE 802.15.4. Štruktúra protokolov štandardu ZigBee je navrhnutá maximálne úsporne. Predpokladá sa implementácia do málo výkonných jednočipových 8-bitových mikrokontrolérov s veľmi obmedzenými pamäťovými dispozíciami. Preto štruktúra protokolov nezaberie v systémovej pamäti viac ako 30 kB.

Je oveľa úspornejšia ako napr. štandard Bluetooth, ktorý vyžaduje viac ako 100 kB operačnej pamäte. [1], [2], [4]

Topológia siete

Sieť ZigBee pozná tri druhy zariadení, a to ZigBee Coordinator (ZC), ZigBee Router (ZR) a ZigBee End Device (ZED). ZC je v každej sieti ZigBee jeden. Ide o koordinátora, ktorý sa stará o komunikáciu medzi zariadeniami ZED nazývanými aj nodes. ZC vytvára koreň stromu siete. Je schopný udržiavať informácie o sieti a slúži tiež na úschovu bezpečnostných kľúčov. ZR funguje ako klasický router, postupuje teda správy medzi ZED a má na starosti komunikáciu siete. ZED je koncové zariadenie, čip či integrovaný obvod. Jedinou jeho schopnosťou je komunikovať so svojim ZC, avšak nedokáže prenášať dáta z iných zariadení. Vďaka tomu vyžaduje najmenej pamäte a je teda pre výrobcov menej nákladný ako ZR alebo ZC.

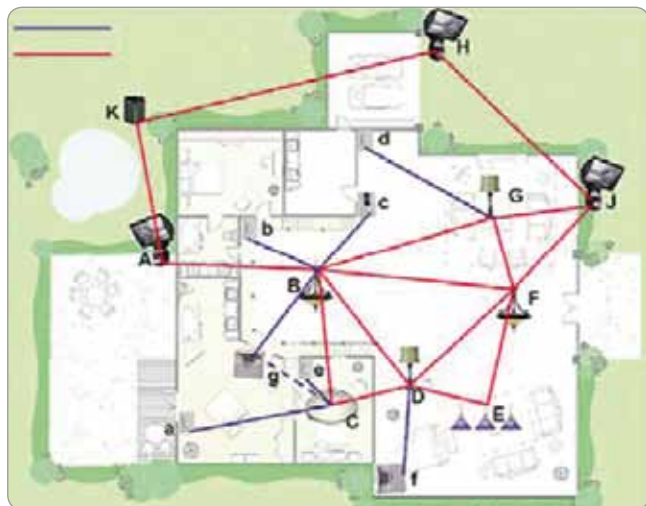
Celá sieť môže pracovať v niekoľkých režimoch podľa typu zariadení, ktoré sa zúčastňujú na prenose dát:

- Režim siete bez beaconov (beacon – malý dátový packet, ktorým uzol oznamuje svoju existenciu). V tomto type siete majú ZigBee routre svoje prijímače trvalo aktívne, čo vyžaduje výkonnejší zdroj energie.
- Režim siete s beaconmi, kde uzly medzi jednotlivými beaconmi „spia“, aby predĺžili životnosť batérií. (Presný opis možno nájsť v [2]).

Sieť ZigBee pozná tri topológie – hviezda (star), strom (tree) a mesh. Topológia strom sa dá získať úpravou topológie hviezda. Topológia Mesh vzniká kombináciou hviezdy a stromu, pričom z týchto troch topológií sa využíva najčastejšie.

Príklady aplikácie jednotiek ZigBee:

- Jednu skupinu tvoria periférie počítačov, napríklad bezdrôtové myši, klávesnice a ovládače hier.
- Vďaka ZigBee stačí jedno univerzálne diaľkové ovládanie na všetky audio/video zariadenia v domácnosti.
- Pomocou ZigBee možno diaľkovo ovládať aj osvetlenie, kúrenie, klimatizáciu, otváranie brán a pod.
- ZigBee môže nájsť svoje uplatnenie aj v zabezpečovacej technike, napríklad na bezdrôtový prenos informácií z rôznych snímačov, protipožiarneho senzora, detektorov plynov atď.
- V priemysle sa predpokladá použitie technológie ZigBee najmä na automatizáciu a riadenie.



Obr. 1 Spôsoby využitia ZigBee v bežnej domácnosti

Zabezpečenie komunikácie

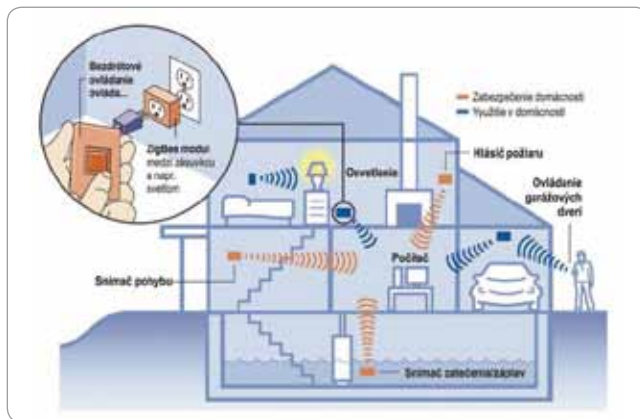
Počas prenosu cez fyzické médium môže dôjsť k chybám. Na odhalenie takto vzniknutých chýb sa používa cyklický kód (CRC alebo FCS), keď je každý rámec doplnený o zvyšok po delení polynómom. V štandarde ZigBee je použitý polynóm v tvare: $G16(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

Používateľom, ktorí nepoznajú mechanizmus vytvárania pseudo-náhodnej sekvencie, sa prenášané dáta javia ako šum. Prenášané dáta medzi jednotlivými účastníkmi sa dajú potom zabezpečiť proti strateniu. Štandard definuje tri režimy:

- nezabezpečený prístup,
- prístup na základe práv,
- zabezpečený prístup.

Praktické použitie ZigBee

Uvedieme príklad, ktorý predstavuje dom, kde sú pomocou siete ZigBee ovládané svetlá, bezpečnostný a protipožiarne systém, vykurovanie a klimatizácia. Obr. 1 zobrazuje niekoľko zariadení ZigBee. Červené čiary predstavujú spojenia medzi routrami navzájom (ZR), modré čiary spojenia medzi koncovými zariadeniami a routrami (ED a ZR). Prípojka osvetlenia B (ktorá v tomto prípade plní úlohu „koordinátora“ ZC), identifikovala a vytvorila spojenia cez ďalšie prípojky osvetlenia A a F, detektor dymu C a stolnú lampu D. Všetky routre (lamps, tepelné čerpadlo, prípojky svetiel, detektory dymu) sú napájané z hlavného rozvodu energie a koncové zariadenia sú napájané batériami (vypínače, termostaty, detektory pohybu).



Obr. 2 Možnosti využitia senzorov ZigBee, ktoré komunikujú medzi sebou navzájom a s počítačom

Záver

Budúcnosť tejto technológie spočíva v jej aplikovaní do bežných domácností, kde má riadiaci člen na starosti osvetlenie, ovládanie televízora, bezpečnosť vstupných priestorov, klimatizáciu, ale aj kávovar. Takže namiesto používania niekoľkých ovládačov a riadiacich zariadení bude všetko sústredené do jedného riadiaceho systému, a to bez použitia akéhokoľvek kábla. Toto výrazné zjednodušenie spohodlní a spríjemní naše domáce, ale aj pracovné prostredie.

Literatúra

- [1] HALÁS, Bernard: Model siete ZigBee. Bakalárska práca. Praha: ČVUT 2009. 67 s.
- [2] KOVAL, Miroslav: Technologie senzorových sítí. Diplomová práca. Brno: FITÚIS VUT v Brně 2007. 48 s.
- [3] Automatizace. Odborný časopis pro automatizaci, měření a inženýrskou informatiku. [online]. Citované 2011-1-2. Dostupné na internete: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=638>>.
- [4] TEPLAN, Miroslav: Sběr dat pomocí bezdrátové technologie ZigBee. Bakalárska práca. Brno: FEaKT VUT v Brně 2008. 56 s.
- [5] Amina. Wireless sensor network project. [online]. Citované 2011-1-2. Dostupné na internete: <<http://www.aminawnsn.org/cs/tutorial/ieee802154-zigbee.html>>.
- [6] Embedded Computing Design. [online]. Citované 2011-1-2. Dostupné na internete: <http://www.embedded-computing.com/departments/zigbee/win_04/>.

Peter Petruška

Marianna Jakobová

Technická univerzita v Košiciach
 Fakulta elektrotechniky a informatiky
 Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií