

NOVÉ BEZDRÔTOVÉ TECHNOLOGIE V ROBOTIKE

Ing. František Ďurovský

Strojnícka fakulta

Katedra výrobných techník a robotiky

Boženy Němcovej 32

e-mail: frantisek.durovsky.2@tuke.sk

Abstrakt

Príspevok poskytuje prehľad a vzájomné porovnanie v súčasnosti používaných bezdrôtových technológií, ktoré je možné využiť v priemyselných a robotických aplikáciách. Podrobnejšie sú vysvetlené nové komunikačné štandardy NFC a ZigBee a uvedené praktické skúsenosti s riadením fyzikálneho modelu mobilného manipulátora prostredníctvom ZigBee komunikačných modulov.

Kľúčové slová: Bezdrôtové technológie, RFID, NFC, ZigBee, Robotika, Automatizácia

Abstract

The paper presents an overview and comparison between currently available wireless technologies that can be used for industrial and robotic applications. New communication standards ZigBee and NFC are described in detail, including practical experience gained by implementing ZigBee communication for mobile manipulator remote control.

Key words: Wireless technology, RFID, NFC, ZigBee, Robotics, Industrial Automation.

ÚVOD

Bezdrôtové technológie nachádzajú v súčasnom svete čoraz väčšie uplatnenie a vďaka neustálemu vývoju sa dostávajú aj do oblastí, v ktorých bolo ich nasadenie ešte donedávna ťažko predstaviteľné.

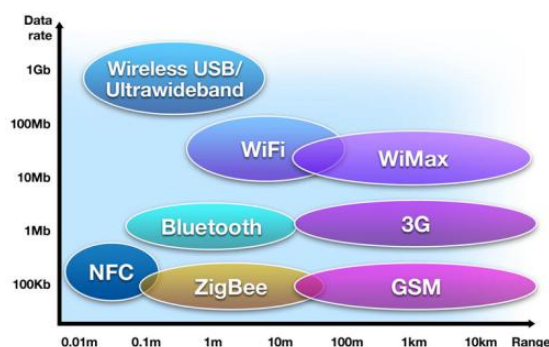
Okrem multimédií, internetu a hlasových služieb sú čoraz viac nasadzované aj v priemysle. V prospech bezdrôtových technológií tu hovoria tri kľúčové výhody:

- vyššia spoľahlivosť,
- rozšírené možnosti ovládania
- úspory nákladov.

Pomer ceny snímača ku cene vedenia sa totiž v poslednej dobe zmenil natoľko, že ak sa nejedná z hľadiska riadenia o časovo kritické procesy, je možné bezdrôtovým prenosom signálu ušetriť na káblových trasách a s nimi súvisiacich elektroinštalačných konštrukciách až 70% pôvodných nákladov. Vďaka využitiu bezdrôtových technológií je teda realizácia mnohých aplikácií ekonomicky prijateľnejšia, pričom rozširovanie už existujúcich sietí je vzhľadom na použité komunikačné štandardy pomerne jednoduché.

SÚČASNÉ TECHNOLOGIE

V posledných dvoch dekádach sa v oblasti vývoja wireless technológií dosiahol obrovský pokrok. Kým 90-te roky minulého storočia boli charakteristické expanziou mobilných telefónov a posledná dekáda sa okrem vývoja smartfónov sústredila na bezdrôtový internet a multimédia, súčasný vývoj sa zameriava nielen na zvyšovanie prenosových rýchlostí, vzájomné prepájanie jednotlivých zariadení, prípadne rozširovanie dosahu WiFi vysielateľov, ale taktiež na postupné nahrádzanie zostávajúcich, nielen dátových, ale čím ďalej tým viac aj silových káblov bezdrôtovým prenosom. Štandardy WiTriCity a Qi využívajúce magnetickú rezonanciu, prípadne elektromagnetickú indukciu zatiaľ slúžia prevažne na bezdrôtové nabíjanie mobilných zariadení, avšak v kombinácii s narastajúcim trhom elektromobilov majú tieto technológie bezdrôtového prenosu energie veľký potenciál.



Obr. 1 Prehľad súčasných technológií [1]

Z hľadiska dátových prenosov môžeme povedať, že v súčasnosti dostupné technológie pokrývajú široké spektrum aplikácií- od načítavania jednoduchých RFID bezkontaktných kariet rýchlosťou stoviek bitov za sekundu, cez štandardné Bluetooth a WiFi až po vysokorýchlostné WiGIG technológie s prenosovými rýchlosťami do 7Gb/s, ktoré by sa mali čoskoro objaviť v mobilných zariadeniach.

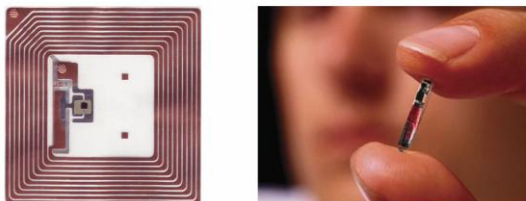
Tab.1 Vlastnosti rôznych bezdrôtových technológií

	ZigBee	WiFi	Bluetooth	UWB	NFC
Data Rate	20,40,250 kb/s	11-54 Mbits/s	1Mbit/s	100-500 Mbit/s	425kbit/s
Range	10-100m	50-100m	10m	<10m	<20cm
Networking	Ad-hoc, peer to peer, star, mesh	Point to hub	Ad-hoc, very small networks	Point to point	Peer to peer
Operating frequency	2.4GHz worldwide	2,4 and 5 GHz	2.4GHz	3.1-10.6 GHz	13.56 MHz
Power consumption	Very low	High	High	Medium	Low

RFID TECHNOLOGIA

Technológia RFID (Radio frequency identification) je beznou súčasťou našich životov už niekoľko rokov. RFID čipy sa nachádzajú v bezkontaktných čipových a platobných kartách, kľúčoch, vstupných žetónoch, veľké využitie majú v maloobchode ako ochrana proti odcudzeniu tovaru, ale taktiež sa využívajú v logistike, diaľničných mýtnych systémoch či dokonca pri čipovaní zvierat.

RFID funguje na princípe elektromagnetickej indukcie. Čítačka vysiela elektromagnetické vlny, ktoré nabijú miniatúrny kondenzátor v pasívnom obvode čipu na karte. Nabíjajúci kondenzátor napája čip vysielača, ktorý odosiela aktívnemu zariadeniu uloženú informáciu. Veľkosť informácie je pri RFID čipoch o veľkosti niekoľko desiatok až stoviek bytov a maximálna vzdialenosť čítačky od samotného čipu je niekoľko metrov (mýtné systémy na diaľniciach).



Obr. 2 Vľavo RFID tag - maloobchod vpravo implantát pre čipovanie zvierat

NFC – NEAR FIELD CONNECTION

Kým RFID je určené na jednoduché vyčítavanie malého množstva údajov z čipu, technológia NFC implementáciou aktívneho modulu predovšetkým do smartfónov posúva využitie elektromagnetickej indukcie v bezdrôtových komunikáciách ešte ďalej. Možnosť načítavania údajov z pasívnych obvodov, tzv. NFC tagov sa rozširuje o ďalšie dve zaujímavé možnosti:

- Emulátor platobnej karty
- Peer to peer komunikácia



Obr.3 Bezhotovostné platby využívajúce technológiu NFC

Odborníci predpokladajú, že do roku 2014 bude 50% smartfónov vybavených NFC čipom, čím sa okrem iného stanú digitálnymi peňažkami, ktoré nahradia bezkontaktné platobné karty udomácnujúce sa u nás v poslednom období.

14.1.2013 predstavila Tatra Banka spolu s O2 prvú možnosť mobilnej platby na Slovensku vďaka technológii NFC. Potrebná je na to špeciálna SIM karta, smartfón s podporou NFC a aplikácia pre bezkontaktné platby v mobile. Platbu je možné realizovať pri všetkých bezkontaktných termináloch, ktorých je na Slovensku v súčasnosti okolo 7000.[2]

Ďalšou oblasťou kde môže mať NFC veľké využitie je vyriešenie problémov prepojenia rôznych bezdrôtových technológií, ktoré síce umožňujú podstatne vyššiu rýchlosť prenosu dát, ale často za cenu zdĺhavého nastavovania parametrov. NFC rieši prenos malého aj veľkého množstva údajov jednoduchým priblížením dvoch zariadení ku sebe.



Obr. 4 Nadviazanie NFC komunikácie jednoduchým priblížením zariadení

V prvom prípade pri prenose malého objemu dát postačuje aj prenosová rýchlosť NFC (do 424 kbps), kým v druhom prípade - pri prenose väčších objemov, umožní NFC nadviazať napr. WiFi alebo Bluetooth spojenie v priebehu okamihu, bez potreby ručne zadávať akékoľvek nastavenia v jednotlivých zariadeniach.

Technológia NFC pracuje v globálne neregulovanom pásme 13,56 MHz. Ako vyplýva z fyzikálnej podstaty prenosu signálu magnetickým poľom, dosah je obmedzený a výrobcovia ho plánujú maximálne do vzdialenosti 20 centimetrov. Prenosová rýchlosť pri začiatku komunikácie by sa mala pohybovať na úrovniach 103, 212 a 424 kbit/s. Po nadviazaní kontaktu sa rýchlosť ďalej upraví podľa potreby.

Z hľadiska automatizácie má táto technológia najväčší potenciál využitia v tzv. Access control systémoch, či už v moderných kancelárskych budovách alebo v priemyselných priestoroch, kde umožní rozšíriť súčasný systém založený na RFID bezkontaktných kartách o možnosť upravovať prístupové práva užívateľov zasielaním „digitálnych kľúčov“ od konkrétnych dverí priamo do ich smartfónov.

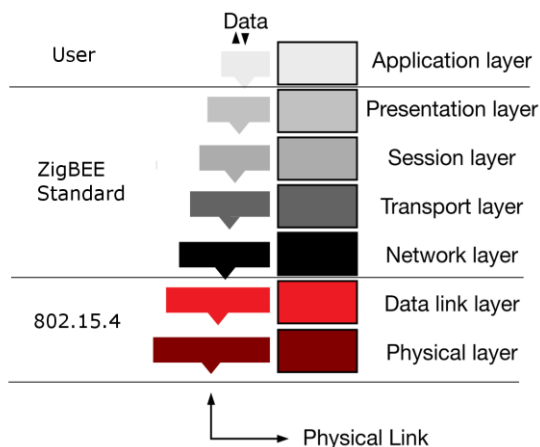


Obr. 5 Využitie NFC technológie v Access control

TECHNOLÓGIA ZIGBEE

ZigBee je pomerne nová bezdrôtová technológia umožňujúca komunikáciu na diaľku aj bez priamej rádiovkej viditeľnosti s možnosťou vytvárania sieťových topológií. Z hľadiska hardwaru sú najväčšími výhodami ZigBee jednoduchosť, energetická nenáročnosť, minimálna veľkosť komunikačného čipu a cenovo omnoho nižšia nákladovosť na implementáciu v porovnaní s ostatnými riešeniami ako napr. Bluetooth. Koncové zariadenie ZigBee by malo na jednu alkalickú batériu vydržať pracovať 6 až 24 mesiacov, z čoho vyplývajú možnosti nasadenia najmä v oblasti bezdrôtového ovládania, smart metering či smart appliance. ZigBee v porovnaní s Bluetooth, poskytuje väčší dosah, no za cenu nižšej prenosovej rýchlosti. Tá však v mnohých aplikáciách úplne postačuje, navyše nižšia prenosová rýchlosť poskytuje vyššiu odolnosť voči rušeniu, čo je výhodou pri použití v priemyselných aplikáciách, kde ju je možné použiť ako náhradu sériových liniek.

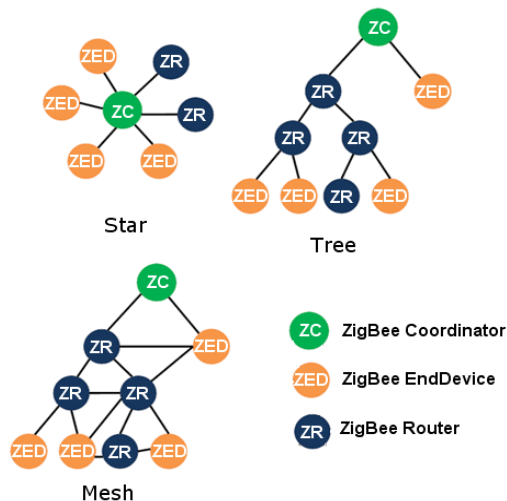
Protokol ZigBee vychádza zo štandardu IEEE 802.15.4-2003, je trojvrstvový, obsahuje fyzickú, sieťovú a aplikačnú vrstvu. Zabezpečenie komunikácie sa realizuje 128-bitovým šifrovaním AES na sieťovej vrstve. Štruktúra protokolu nemá viac ako 30 kB, preto sa ZigBee implementuje najmä do mikrokontrolérov. Medzi najznámejších výrobcov čipov ZigBee patrí Freescale, Texas Instruments či Samsung.



Obr.6 OSI model protokolu ZigBEE

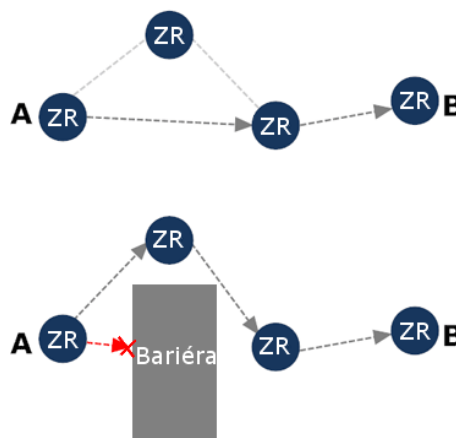
ZigBee pracuje na frekvenčných pásmach v závislosti od oblasti nasadenia - pre Európu je to pásmo 868 MHz, pre USA a Austráliu 915 MHz alebo globálne v pásme 2,4 GHz. Existuje 16 komunikačných kanálov, každý so šírkou 5 MHz, a využíva sa kódovanie BPSK. Dátový tok, teda prenosová rýchlosť je stanovená na 250 kbit/s, pričom vyžarovací výkon je pod úrovňou 48mW. Vzdialenosť prenosu štandardných modulov je od 10 do 75 metrov, avšak pri moduloch ZigBee Pro je to až 1,5 km.[3]

Nesmiernou výhodou technológie ZigBee je možnosť vytvárať zložité sieťové topológie s desiatkami až stovkami účastníkov. Sieť ZigBee pozná tri druhy zariadení - ZigBee Coordinator (ZC), ZigBee Router (ZR) a ZigBee End Device (ZED).



Obr. 7 Možné topológie siete

Najzaujímavejšou topológiou z hľadiska použitia v dynamických aplikáciách medzi ktoré patrí aj oblasť robotiky je mesh topológia. Táto topológia je v ZigBee postavená na peer-to-peer modele IEEE 802.15.4 a je implementovaná na sieťovej vrstve, ktorá je plne v kompetencii ZigBee štandardu. Základom mesh siete sú redundantné spojenia, ktoré sú dané hustotou sieťových zariadení. V prípade výpadku používanej trasy, prípadne únikoch signálu, je možné vďaka redundancii využiť inú cestu. Tento koncept sa nazýva samooprava siete (selfhealing). Mesh topológia je výhodná aj z hľadiska samokonfigurácie a rozšírenia s minimálnym zásahom človeka, čo podstatne znižuje náklady na založenie a údržbu siete.[4]



Obr. 8 Využitie redundantných sietí pri prenose informácií (selfhealing)

APLIKÁCIA ZIGBEE TECHNOLOGIE

Bezdrôtovú technológiu ZigBee sme prakticky testovali na Katedre Výrobnej techniky a robotiky pri ovládaní fyzikálneho modelu mobilného manipulátora. Manipulátor je určený na prieskum terénu, je vybavený kamerou, snímačmi vzdialenosti prekážok, GPS modulom a robotickým ramenom umožňujúcim manipulovať s drobnými predmetmi. V našom prípade ZigBee technológia nahrádzala klasickú sériovú linku RS232 s parametrami 57600baud/s.



Obr. 9 Fyzikálny model mobilného manipulátora

Na bezdrôtovú komunikáciu mobilného manipulátora s PC boli použité moduly XB24-AWI-001 s drôtovou anténou od výrobcu MaxStream. Moduly sú osadené v doskách ktoré zabezpečujú napájanie a komunikačné rozhranie – na strane PC ide o USB interface a na strane robota RS-232. Cena použitých modulov sa pohybovala okolo 20€.



Obr.10 Modul Xbee24AWI

Problémom pri bezdrôtovej komunikácii je jej nespoľahlivosť. Vysielané správy môžu doraziť nekompletné, poničené alebo v najhoršom prípade nedorazia k adresátovi vôbec. Aby bola komunikácia dostatočne robustná, je potrebné softwarovo ošetriť rôzne kolízne stavy na obidvoch stranách komunikácie.

Tab. 1 Parametre modulu XB24-AWI – 001 [5]

Dosah v zastavaných budovách	30 m
Dosah pri priamej viditeľnosti	300 m
Prenosová rýchlosť	do 250 kb/s
Napájacie napätie	2,8-3,4 V
Prúdový odber pri vysielaní dát	45 mA
Prúdový odber pri prijímaní dát	50 mA
Prúdový odber v Power down móde	10 μ A
Frekvenčné pásmo	ISM 2,4 GHz

Úspešnosť komunikácie, ktorá sa počíta ako podiel prijatých a vyslaných paketov, závisí od vzájomnej vzdialenosti vysielača a prijímača a od prípadných prekážok ktoré sa medzi nimi nachádzajú. Pri priamej viditeľnosti medzi vysielačom a prijímačom úspešnosť komunikácie pri našich testoch dosahovala okolo 98-99% až do vzdialenosti približne 80m. Pri pohybe v budovách úspešnosť prenosu klesala v závislosti od použitého stavebného materiálu prekážok a pohybovala sa v rozmedzí 15-30m.

ZÁVER

Cieľom predkladaného príspevku bolo poskytnúť prehľad o súčasnom stave bezdrôtových technológií a ich potenciálnych možnostiach využitia v robotike a automatizácii. Kým nastupujúca technológia NFC ponúka z hľadiska automatizácie najväčší prínos v tzv. Access systémoch, praktické skúsenosti nadobudnuté pri aplikácii ZigBee technológie ako bezdrôtovej náhrady sériovej linky ukázali, že ZigBee síce nie je vhodná na prenášanie veľkého objemu dát, na druhej strane sú však jej najväčšími výhodami nízke nároky na napájanie, jednoduché parametrovanie ale najmä možnosti vytvárania topologických štruktúr, čo je zaujímavé hlavne z hľadiska využitia v multiagentových systémoch.

Literatúra

- [1] Zjednotí NFC všetky bezdrôtové technológie? <http://www.sos.sk/?str=1260>
- [2] Mobilná platba cez NFC na Slovensku už realitou - Jozef Orgonáš, ITNEWS.sk
- [3] ZigBee bezdrôtové technológie známe aj neznáme Jozef Orgonáš, ITNEWS.sk
- [4] ZigBee topológie - Ľubomír Mráz www.animawsn.org
- [5] Dokumentácia k modulom Xbee dostupná na <http://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Manual.pdf>

Príspevok vznikol za podpory grantového projektu VEGA 1/0810/11 princípy profilácie a kooperácie multirobotických systémov a jeho výsledky budú použité pri riešení dizertačnej práce Moduly pohonných jednotiek pre stavbu robotickéj techniky.