

Analiza tehnologija ličnih senzorskih mreža sa akcentom na aplikacijama zdravstvene njege

Vanja Elčić

Fakultet za informacione tehnologije
Slobomir P Univerzitet
Doboj, Republika Srpska, BiH
vanja.elcic@gmail.com

Sadržaj—Posljednjih decenija smo svjedoci sve većeg interesovanja za razvoj novih senzorskih sistema i sistema za praćenje za potrebe zdravstvene njege. Svrha lične senzorske mreže (Body Sensor Network - BSN) je da obezbijedi integrisanu hardversko-softversku platformu za omogućavanje daljeg razvoja sveprisutnog sistema za praćenje. Standardi Bluetooth i ZigBee predstavljaju aktuelne tehnologije domena senzorskih mreža. Svaka tehnologija ima svoje prednosti i ograničenja u odnosu na lične senzorske mreže i medicinske aplikacije. Komparativnom analizom želi se utvrditi upotrebljivost navedenih tehnologija u sistemima za praćenje stanja pacijenata.

Ključne riječi - lične senzorske mreže; Bluetooth; ZigBee; medicinski profil

I. UVOD

Lične senzorske mreže (BSN) se sastoje od skupa nosivih ili implantiranih senzora koji prate vitalne signale i pokrete ljudskog tijela. [1] Sirovi podaci iz senzora se prenose do stanice za praćenje koja je zadužena za prijem podataka, slanje na dugotrajno skladištenje, ali često i procesiranje i vizualizaciju istih pomoću konteksta svjesnih (context-aware) aplikacija. Iako uvijek postoji problem dugoročne biokompatibilnosti i stabilnosti, postoje već praktično provjereni primjeri na tržištu, kao što su npr. hemijski senzor za očitavanje glukoze pri praćenju dijabetesa, senzor za mjerenje krvnog pritiska manžetne, pH senzor, senzor za daljinsko očitavanje temperature; paralelno napredak u MEMS (mikro-elektromehaničkim sistemima) tehnologiji je omogućio razvoj fizioloških senzora, kao što je niz mikro-igala za dostavu lijekova; dok konteksta svjesni senzori uključuju 3D akcelerometar i žiroskop. [2] Nekoliko ključnih pravaca se može uočiti sa trenutnim napretkom u razvoju senzorskih uređaja. Oni uključuju: [3]

a) dizajn biosenzora i integracije sa mikro-elektromehaničkim sistemima;

b) smanjenje izvora energije i korištenje prirodnih izvora energije nosioca senzora (vibracije, pokreti, temperaturne razlike, strujanje vazduha...);

c) ultra niske radiofrekvencije za prenos podataka;

d) fuzija kontekst svjesnosti i multi-senzorskih podataka;

e) autonomni senzori, i sigurni, lagani protokoli za komunikaciju.

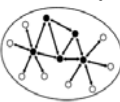
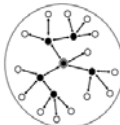
U ovom radu biće dat prikaz mrežnih topologija specifičnih za navedenu primjenu (2. poglavlje); zatim opis Bluetooth standarda sa malom potrošnjom 4.0 (BLE) kao i posebnog profila za potrebe zdravstvene njege (3. poglavlje). Pregled ZigBee standarda i njegovog medicinskog profila dat je u 4. poglavlju rada. Dok je posljednje 5. poglavlje posvećeno konačnom zaključku odnosa ove dvije tehnologije.

II. MREŽNE TOPOLOGIJE

Mrežna topologija zavisi od dizajna aplikacije, a uobičajen scenario kod sistema za praćenje stanja pacijenata je da stanica za praćenje u vidu mobilnog uređaja ima funkciju da pomoću aplikacionog softvera vrši periodično prikupljanje podataka iz senzora i da ih šalje ka serveru na dugoročno skladištenje. Tako da stanica za praćenje služi kao mrežni prolaz (gateway) lične senzorske mreže. Aplikacioni programeri teže da se uspostavi ravnoteža senzor troškova, trajanja baterije, složenosti rutiranja, robusnosti, skalabilnosti, kašnjenja, mobilnosti, prostorne pokrivenosti i da se zadovolje jedinstvene karakteristike i performanse primjene. Tabela 1. daje pregled najčešćih topologija primjenjenih na bežične senzorske mreže i njihovih osnovnih karakteristika.

TABELA I. PREGLED NAJČEŠĆE KORIŠTENIH TOPOLOGIJA SENZORSKIH MREŽA

Topologija	Prednosti	Mane
Zvezdasta mreža 	Jednostavna topologija Jefitini i jednostavni prateći čvorovi Prateći čvorovi troše malo energije Mala kašnjenja i velika propusna moć Centralizovan sistem	Posvećen centralni čvor Ograničen prostorni obuhvat Jedna tačka otkazivanja Mali broj čvorova Asimetrična potrošnja energije Neefikasna komunikacija od pratećeg ka pratećem čvoru
Mesh mreža 	Distribuirano procesiranje Peer-to-peer komunikacija Jako tolerantna na greške Skalabilna Veliki prostorni obuhvat Konzumacija energije izbalansirana	Svi čvorovi moraju podržavati bazični set osnovnih funkcionalnosti uključujući rutiranje (povećava cijenu čvorova) Kompleksno rutiranje Velika kašnjenja (latencije) i mala propusna moć Velika kompleksnost

 Zvezdasta-mesh mreža	Male složenosti (ako se čvorovi mogu klasifikovati prije primjene) Veliki prostorni obuhvat Niska latencija i visoka propusnost između glavnog i pratećih čvorova Dobro za lokalno aktiviranje ili agregaciju podataka Visoka pouzdanost Skalabilnost, veliki broj čvorova Potrošnja asimetrična između glavnih stanica i pratećih stanica	Visoka kompleksnost (ako svi čvorovi mogu da djeluju kao glavni) Visoka latencija i mala propusna moć za multi-hop komunikacije Potrošnja energije je asimetrična između glavnih/pratećih čvorova
 Klaster-stablo mreža	Malo energije konzumiraju čvorovi djeca (listovi) Veliki prostorni obuhvat Veliki broj čvorova Srednja kompleksnost (prerutiranje je potrebno kada čvor u drvetu postane neaktivan) Srednja skalabilnost (korjen drvet-a-usko grlo)	Mala pouzdanost (greške čvorova utiču na proces rutiranja) Veliko kašnjenje i mala propusna moć Asimetrično konzumiranje energije (čvorovi u kičmi drvet-a konzumiraju više energije)

U okviru projekta UbiMon [4] korištena je topologija zvijezde, koja se može vidjeti na Sl. 1. Topologija zvijezde podrazumjeva centralizovanu arhitekturu, gdje je inteligencija sistema koncentrisana na centralno čvorište koje je superiorno u odnosu na periferne senzore u smislu resursa, kao što su procesor, memorija i baterija. Zvijezda topologija je čest izbor radi svoje jednostavnosti onda kada nije potrebna direktna komunikacija između senzora i kada imamo mrežu sa jednim skokom (single-hop).

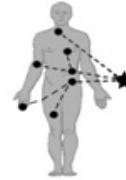


Slika 1. Zvijezda vs Mesh topologija

S druge strane BASUMA [5] projekt je primjer gdje je korištena mesh topologija. (Sl. 1.) Distribuirani sistem sa peer-to-peer konekcijom, bez centralnog kontrolera. Kao posljedica prebacivanja kontrole prema sensorima, tijelo nosi mrežu senzora koji su pametni, samostalni i komuniciraju jedni sa drugima. Peer-to-peer mreže ne zavise od bilo koje komponente, nemaju kritičnu tačku neuspjeha, odnosno čak i ako se jedna komponenta pokvari preostali dijelovi sistema i dalje mogu da rade. Ovaj pristup je poželjan kada senzori treba da komuniciraju jedni sa drugima i razmjenjuju podatke. Naravno ova topologija je kompleksnija od topologije zvijezde i zahtjeva pametne senzore koji troše više energije.

Da bi se omogućila komunikacija između senzora a takođe umanjila kompleksnost u odnosu na mesh mreže gdje svaki čvor može imati ulogu glavne stanice kompromisni prijedlog bi mogao biti klaster stablo topologija. Sl. 2. prikazuje ovaj tip

topologije. U slučaju kada bi imali samo koordinatora i njemu pridružene djecu čvorove koji su i listovi drvet-a (visina stabla 1) onda bismo klaster-stablo sveli na topologiju zvijezde. Uvijek ostaje mogućnost za daljim širenjem stabla i obuhvatanjem ne samo prostora senzora na tijelu već širenje mreže na senzore ambijenta. Veću složenost zahtijevaju samo oni senzori koji omogućuju pridruživanje novih senzora mreži.



Slika 2. Klaster-stablo topologija

III. STANDARD BLUETOOTH

Bluetooth je standard za bežične veze, koji je 1994. godine promovisao Ericsson. Prvobitno je bio namjenjen za bežično povezivanje mobilnih telefona i uređaja, kao npr. PDA, a tek kasnije za međusobno povezivanje računara.[6] Organizacija proizvođača koja razvija i unapređuje ovu tehnologiju poznata je pod nazivom Bluetooth SIG.

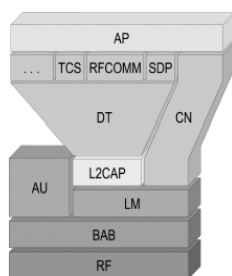
Osnovna jedinica tradicionalnog Bluetooth sistema je piconet (piconet) mreža. Piconet mreža se sastoji od dvije ili više stanice (uređaja) koje koriste isti fizički kanal. Zajednički takt piconeta je identičan takt signalu glavne stanice (master). Sve ostale stanice koje se sinhronizuju sa glavnom stanicom su prateće stanice (slave). Kada prateća stanica nema potrebe da radi (učestvuje u piconet kanalu), a još uvijek je sinhronizovana sa tim kanalom, ona ulazi u neaktivno stanje (standby). Direktna komunikacija između pratećih stanica nije moguća u okviru kanala piconeta. Frekvencijski opseg 2,4GHz je podijeljen na 79 kanala od 1MHz i korištena modulacija je GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying). Tradicionalni vremenski multipleks se koristi tako da glavna stanica koristi neparne vremenske jedinice (625 ms) a prateće stanice koriste parne vremenske jedinice za komunikaciju. Bluetooth standard ne definiše razbacanu (scatternet) mrežu.

Jezgro Bluetooth sistema obuhvata četiri najniža sloja i odgovarajuće protokole koji su dio Bluetooth specifikacije, kao i zajednički protokol za otkrivanje usluga (Service Discovery Protocol-SDP) i sveobuhvatni generički profil pristupa (Generic Access-GAP). Kompletan Bluetooth aplikacija zahtjeva dodatne usluge i protokole viših slojeva koji su definisani. Opšti dijagram Bluetooth sistema može se predstaviti Sl. 3. Na slici su obilježeni slojevi sa odgovarajućim protokolima:

- niži slojevi sa odgovarajućim protokolima: radio sloj (Radio Frequency-RF), sloj osnovnog opsega (Baseband -BAB), audio sloj (AU), sloj za nadzor veze (Link Manager-LM), sloj za upravljanje i prilagođavanje veze (Logical Link Control and Adaptation Layer Protocol-L2CAP),
- viši slojevi: podaci (Data-DT), sloj sa različitim protokolima vezanim za različite interfejs (Telephony Control Protocol Spec-TCS, Serial cable emulation

protocol-RFCOMM, Service Discovery Protocol-SDP) i aplikacije (Application -AP), i

- upravljanje (Control -CN).

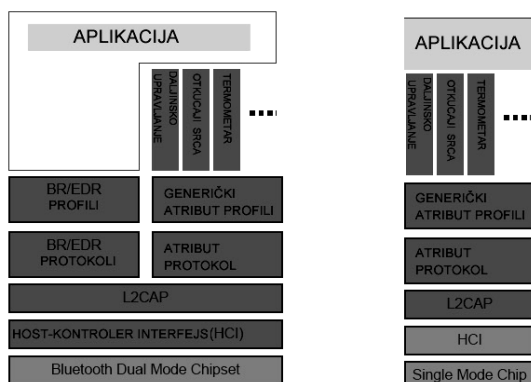


Slika 3. Arhitektura Bluetooth sistema

Da bi stanica koristila Bluetooth mrežu mora biti u stanju da interpretira određene definisane profile. Profili predstavljaju specifične aplikacije od kojih svaka podržava različit skup protokola. Moguće je uspostaviti sinhronu konekciono orijentisanu vezu ili asihronu vezu bez uspostavljanja konekcije. "Sniff" režimi omogućuju uređajima da smanje potrošnju energije te produže trajanje baterije i na mjesec dana. Potrošnja uređaja je oko 40-50mA u aktivnom stanju a u stanju "sniff" 1-5% potrošnje aktivnog stanja.

A. Bluetooth 4.0. low energy(BLE)

Dok su verzije 2 i 3 Bluetooth standarda težile ka sve većim protocima audio i video tokova, za Bluetooth 4.0 protok podataka nije značajan parametar.[7] Brzina slanja podataka mu je do 1Mb/s, ali nije namjenjen za slanje tokova podataka (strimovi) već malih čankova podataka. Potrošnja mu je smanjena na ~15mA a u neaktivnom režimu ~1μA, takođe su kašnjenja znatno manja (3ms). Koristi 2,4 GHz frekventni opseg i GFSK modulaciju signala. Podržana je zvjezdasta topologija kao i komunikacija na bazi događaja (event based). Trajanje baterije je produženo sa nekoliko mjeseci na nekoliko godina. Definisan je lagan, jednostavan stek protokola.(Sl. 4.)



Slika 4. Bluetooth uređaj sa dva steka protokola (lijevo) i Bluetooth uređaj sa BLE stekom protokola (desno)

Na fizičkom sloju sada se koristi 40 kanala od po 2MHz. Takođe su izdvojena 3 kanala za potrebe oglašavanja (advertising) i 37 kanala za slanje podataka. Ulogu oglašavanja može da iskoristi glavna stanica da objavi svoje prisustvo pratećim uređajima, ali takođe i prateći uređaji mogu koristiti

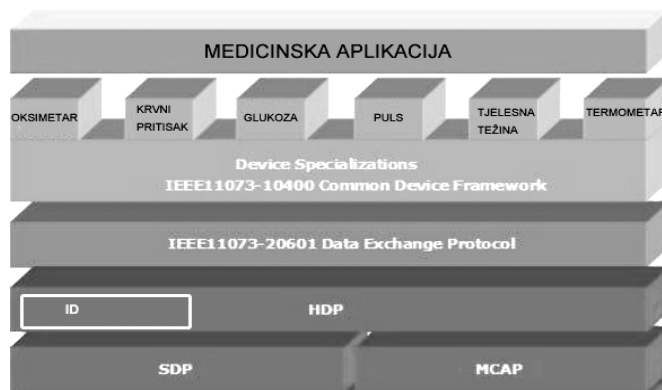
ovaj režim rada da se ponovo povežu sa mrežom radi nastale lokalne promjene. Novi generički profili na bazi atributa ugrađeni su da se pojednostave uređaji i softver koji koriste. Takođe se koristi 128-bitni AES simetrični šifrat za sigurnost podataka. Definiše generičke mrežne prolaze (gateway) koji prikupljaju podatke od senzora i šalju ih ka određenoj IP adresi. Ovakvi uređaji u sebi imaju dva steka protokola, standardni Bluetooth stek protokola (Basic Rate/Enhanced Data Rate) i stek protokola za BLE.(Sl. 4.) [8]

Protokol baziran na atributima predstavlja asinhronu klijent/server arhitekturu u kojoj server nudi attribute a klijent ih koristi. Svaki atribut uređaja ima 16-bitnu adresu ako ga je definisao Bluetooth SIG, odnosno 128-bitnu ako proizvođač definiše svoje attribute. Na osnovu ovih atributa se definišu generički profili, a nad njima su profili specifičnih namjena.

BLE se smatra dobrim za sljedeće funkcije: povezivanje stvari koje nosimo sa nama (satovi), lociranje objekata ili njihovo praćenje, zdravlje /fitnes senzori, automatizacija kuća i kancelarija, M2M komunikacija, komunikacija unutar sistema (npr. automobili- auto točkovi/gume), povezivanje bilo čega što ima jedinstven identifikator sa Internetom ("Internet of Things").[7] Uklonio je mnoge nedostatke tradicionalnog Bluetooth standarda u odnosu na aplikacije zdravstvene njege.

B. BLE Health Device Profile (HDP) profil

Specifičan stek protokola za medicinski Bluetooth profil je prikazan na Sl. 5. Medicinska aplikacija opisuje korisnički interfejs, aplikacioni scenario i integraciju sa IEEE 11073-20601 stekom protokola. HDP ne definiše format podataka i sadržaj podataka.

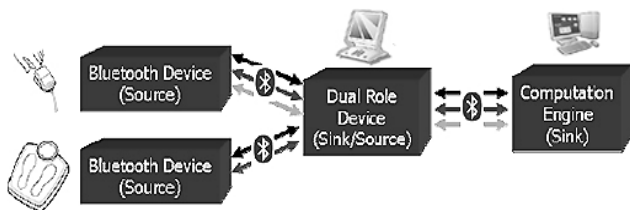


Slika 5. Bluetooth steka protokola nad L2CAP slojem za HD profil

Bluetooth SIG je odredio za HDP IEEE 11073-20601 protokol za razmjenu podataka između HDP sloja i IEEE 11073-104xx specifikacije uređaja (Device Specification). IEEE 11073-20601 definiše protokol za razmjenu podataka i IEEE 11073-104xx definiše format podataka, uključujući veličinu i kodiranje svih podataka koji se razmjenjuju između HDP uređaja. Device ID (DI) Profile je dizajniran da omogućiti za uređaj specifične informacije (npr. informacije o proizvođaču) koristeći Service Discovery Protocol (SDP). HDP komunicira sa MCAP slojem ali i sa SDP slojem radi povezivanja sa udaljenim HDP uređajima. SDP koriste svi Bluetooth profili da se registruju i/ili otkriju dostupne servise na udaljenom uređaju. Multi-Channel Adaptation Layer

(MCAP) koristi HDP da bi se kreirali posebni komunikacioni linkovi za razmjenu generičkih komandi medicinskog profila (Medical Communication Link - MCL), i takođe jednog ili više linkova za razmjenu medicinskih podataka (Medical Data Link - MDL). [9] MCAP je specifičan za HDP i omogućuje robusnu komunikaciju uključujući tokove podataka.

Definisana su dva tipa uređaja: uvir (sink) i izvor (source) uređaji. Izvor je mali uređaj koji djeluje kao predajnik medicinskih podataka. Uvir je funkcionalno bogat uređaj koji će djelovati kao prijemnik medicinskih podataka. [9] Na Sl. 6. su prikazana dva uređaja (izvori) koji koriste pouzdane i kanale tokova podataka za slanje podataka ka uređaju koji ima dvije uloge: prva je (uvir) prijem i prikaz podataka a druga slanje podataka (izvor) ka uređaju koji će izvršiti procesiranje.



Slika 6. HDP Source/Sink uređaji

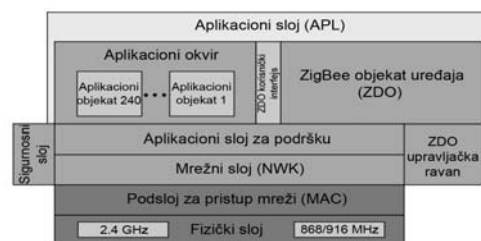
HDP/MCAP koristi veze sa uspostavljanjem konekcije koje omogućavaju brzo otkrivanje prekinutih veza i odmah ponovno uspostavljanje L2CAP kanala. Između dva HDP uređaja uspostavlja se jedna kontrolna veza i jedna ili dvije veze podataka. Da bi se omogućila kombinacija nekoliko senzorskih signala HDP podržava sinhronizaciju signala kako bi se omogućila bolja analiza od strane ljekara. HDP vrši sinhronizaciju pomoću Bluetooth master takta i pomjeraja (offset) takta izvor uređaja.

IV. STANDARD ZIGBEE

ZigBee je alijansa od preko 285 kompanija koje rade zajedno na razvoju jeftinih, pouzdanih, sa malom potrošnjom bežičnih mreža i vrše kontrolu proizvoda nastalih na globalnom otvorenom standardu.[10] Da bi proizvod nosio logotip ZigBee Alijanse, prvo mora uspješno da prođe ZigBee program sertifikacije. ZigBee daje specifikaciju za svoj stek protokola (Sl.7.).

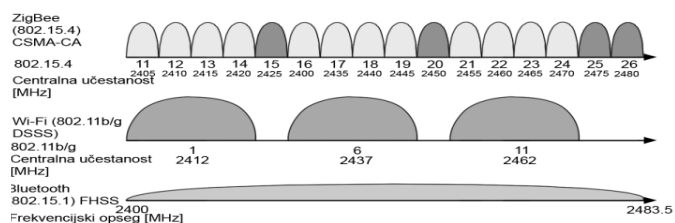
Aplikacioni sloj (APL) predstavlja najviši sloj ZigBee skupa sprotokola. Sastoji se od: aplikacionog okvira (Application Framework), ZigBee objekta uređaja (ZDO - ZigBee Device Object) koji definiše ulogu uređaja u okviru mreže, aplikacionog podsloja za podršku (APS - Application Support Sublayer) koji nudi sličnu podršku aplikacionim uslugama kao što to čini TCP protokol i aplikacionog objekta (APS - Application Support Object) koji predstavlja softver krajnjih tačaka koje kontrolišu rad uređaja. ZDO upravljačka ravan (ZDO Management Plane) omogućava komunikaciju između aplikacionog i mrežnog sloja sa ZigBee objektom uređaja (ZDO). Sigurnosni sloj (SSP Security Service Provider) obezbjeđuje sigurnosne mehanizme za slojeve koji koriste šifrovanje (mrežni i aplikacioni). Mrežni sloj vodi računa o mrežnim adresama i rutiranjem.

IEEE802.15.4 MAC podsloj odgovoran je za pružanje pouzdane komunikacije između uređaja i njegovog neposrednog susjeda, implementacijom CSMA/CA (Carrier sense multiple access with collision avoidance) protokola. MAC podsloj je takođe odgovoran za sastavljanje i dekomponovanje ramova podataka



Slika 7. ZigBee stek protokola

Fizički sloj se sastoji od dva sloja koja rade u dva odvojena frekventna opsega. Niža učestanost fizičkog sloja pokriva dva opsega: 868MHz (Evropa) i 915MHz (SAD i Australija). Više opseg učestanosti (2.4GHz) koristi se u gotovo cijelom svijetu. Propusni opsezi su redom 20Kb/s, 40Kb/s i 250Kb/s. Radio frekvencijski spektar i dostupni kanali za ZigBee (802.15.4) i Wi-Fi (802.11b/g,) se preklapaju. Izborom kanala mogu se izbjeći smetnje. Sl. 8. prikazuje da se biraju kanali koji koriste slobodni prostor između dva susjedna 802.11 kanala plus 25 i 26 kanali.

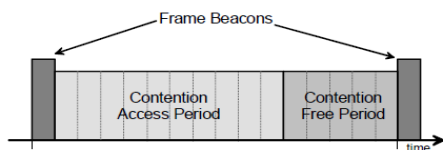


Slika 8. Izbjegavanje smetnji

ZigBee definiše 3 vrste uređaja: PAN koordinator, ruter i krajnji uređaj. PAN koordinator je zadužen za startovanje mreže; ruteri su uređaji koji omogućuju drugima pristup mreži; dok su sa najmanje funkcionalnoasti i najjednostavniji krajnji uređaji. ZigBee originalno podržava klaster-stablo topologiju; a od ZigBee PRO podržana je i mesh (peer-to-peer) topologija.

Takođe je moguće slanje „far“ paketa od strane PAN koordinatera i rutera radi oglašavanja krajnjim uređajima. Ukoliko mreža podržava slanje far paketa onda je između dva uzastopna fara definisana struktura superokvira. U prvom slotu se šalje far i on služi za sinhronizaciju pridruženih uređaja, identifikovanje PAN koordinatera i opisivanje strukture superokvira. Između dva fara uređaji se takmiče za pristup medijumu u periodu koje se naziva pristupni period takmičenja (Contention Access Period-CAP) pomoću slotovanog CSMA-CA. Sve transakcije se završavaju do sljedećeg fara. Takođe koordinator može da podijeli superokvir na aktivni i neaktivni period, pa da u neaktivnom pređe u režim rada male potrošnje energije. Koordinator može da posveti određeni broj slotova za prenos podataka neke aplikacije kojoj je potreban odgovarajući propusni opseg ili je osjetljiva na kašnjenje. Oni se nazivaju garantovani slotovi vremena (Guaranteed Times Slot-GTS) u

kojima ne mogu drugi uređaji da se takmiče za medij. (Sl. 9.) Ovi GTS predstavljaju CFP (Contention Free Period) period superokvira koji se nalazi na kraju aktivnog superokvira odmah iza granice CAP perioda. Koordinator može najviše 7 ovakvih GTS da alokira i jedan GTS može da zauzme i više vremena od perioda jednog slota u superokviru.



Slika 9. Superokvir sa GTS

Aplikacioni projektanti mogu odrediti duty-cycle period koji omogućuje pasivan režim uređaju kada uređaj troši manje energije. U aktivnom stanju red veličine potrošnje je ~30mA a u stanju mirovanja ~3μA. Čvorovi nakon pristupanja mreži dobiju 16-bitnu kratku adresu umjesto 64-bitnu da se smanji količina podataka koju prenosi uređaj. ZigBee podržava pored jednostavnog hijerarhijskog rutiranja i algoritme vektora rastojanja koji će se koristiti ako postoji potreba za prerutiranjem. U ZigBee mreži postoji obično uređaj koji je agregator podataka na koji redjaji šalju podatke na redovnoj osnovi. Pošto svi u mreži moraju da znaju njegovu adresu, moguće je riješiti koristeći "broadcast" poruku (ZigBee PRO) koju agregator šalje svim čvorovima ili korišćenjem izvorišnog rutiranja (podaci o putanji su u poruci koja se šalje). ZigBee je definisao mehanizme za automatsko formiranje mrežne topologije ("Cskip algoritam") kao i mehanizme za praćenje dinamičkih promjena u mreži. Takođe ZigBee nudi klastere biblioteka (programske module) na osnovu kojih se mogu definisati novi profili i znatno olakšava rad programera.

A. ZigBee Health Care profil

Definisanjem medicinskog ZigBee profila omogućeno je povezivanje senzora uređaja različitih proizvođača u heterogenim mrežama. ZigBee je većinu atributa svojih medicinskih uređaja preuzeo od IEEE 11073 Device Specializations familije standarda definisanih za komunikaciju medicinskih uređaja. IEEE 11073-20601 standard je od transporta nezavisan, za razmjenu podataka optimizovan protokol. Ovaj protokol omogućava metode za: (i) uspostavljanje logičke veze između uređaja, (ii) predstavljanje mogućnosti uređaja, i (iii) za servisiranje komunikacijskih potreba. [11] Takođe ZigBee Health Care profil podržava sve specifikacije uređaja definisane u IEEE 11073-10400 standardu. Aplikacioni scenariji koje podržava HC profil su: kontinuirano praćenje pacijenta, epizodno praćenje pacijenta, alarmni scenario, pomoć starijim i oboljelim u svakodnevnim aktivnostima, praćenje sportskih aktivnosti, itd.

V. ZAKLJUČAK

Sve do Bluetooth 4.0 verzije, ZigBee i Bluetooth standardi nisu težili ka istom tržištu. ZigBee je bio mnogo prilagođeniji za aplikacije praćenja stanja pacijenata. ZigBee jeste stariji standard od Bluetooth Low Energy 4.0 verzije i prošao je kroz

nekoliko iteracija usavršavanja, ali je slabo zastupljen na tržištu u mobilnim i PC uređajima. Sa druge strane zamjenom Bluetooth uređaja sa jednim režimom rada u dvo-režimske sa podrškom za BLE značiće mnogo veće prisustvo ove tehnologije na tržištu. Oba standarda su razvila medicinske profile bazirane na IEEE 11073 familiji standarda. Po utrošku energije su jako slični i sve zavisi od čipseta koji se koristi kao i dizajna aplikacije. Ali stek protokola koji nudi BLE se smatra jednostavnijim, lakšim za komunikaciju od ZigBee arhitekture. BLE podržava samo zvijezda-magistrala topologiju mreže koja ograničava aplikaciju na opseg jednog skoka od 50 m do 100 m i ne može se takmičiti sa ZigBee u aplikacijama koje zahtjevaju zonu pokrivanja sa više skokova (multi-hop).

LITERATURA

- [1] Mari Carmen Domingo, "A Context-Aware Service Architecture for the Integration of Body Sensor Networks and Social Networks through the IP Multimedia Subsystem", Barcelona Tech University, Journal: IEEE Communications Magazine, vol. 50, 2011, pp. 102-108.
- [2] Alex Pentland, "Healthcare: Medical Technology Becomes Wearable", Journal: IEEE Communications Magazine, vol. 37, Maj 2004., pp. 34-41.
- [3] Benny Lo, Guang-Zhong Yang, "Key technical challenges and current implementations of body sensor networks", In: Proceedings of the Second International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks 2005, pp. 1-5.
- [4] UbiMon – Imperial College London, Available: <http://www.doc.ic.ac.uk/vip/ubimon/home/index.html> (URL).
- [5] Basuma, Available: <http://www.basuma.de/> (URL).
- [6] Verica Vasiljević, "Računarske mreže", Visoka škola elektrotehnike i računarstva, Beograd, 2008.
- [7] Joe Decuir, Standards Architect, CSR plc; IEEE Region 6 NW Area chair, "Changing the way the world connects: Bluetooth 4.0: Low Energy", 2010.
- [8] Bluetooth low energy, Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_low_energy (URL).
- [9] Rudi Latuske, ARS Software GmbH, "Bluetooth Health Device Profile (HDP)", 2009
- [10] "Understanding 802.15.4 IEEE and ZigBee networking", Daintree Networks, Available: http://www.daintree.net/downloads/whitepapers/understanding_sensor_networking_whitepaper.pdf
- [11] ZigBee Alliance, "ZigBee Wireless Sensor Applications for Health, Wellness and Fitness", mart 2009

ABSTRACT

In recent decades we have witnessed a growing interest in the development of new sensor systems and health care monitoring systems. The purpose of body sensor networks is to provide integrated hardware-software platform to facilitate further development of ubiquitous monitoring system. The standards ZigBee and Bluetooth are the most important technologies of sensor network domain. Each technology has its advantages and limitations in relation to the body sensor networks and the medical applications. By a comparative analysis we want to determine the applicability of these technologies into the systems for monitoring patients.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGIES OF BODY SENSOR NETWORKS WITH EMPHASIS ON HEALTH CARE APPLICATIONS

Vanja Elčić