
Dušan Panić

BIM – Bluetooth Instant Messenger

Osnovna namena BIM protokola jeste transparentan prenos podataka i informacija uz pomoć Bluetooth bežične tehnologije. BIMP omogućava kreiranje "ad hoc" bežične mreže, omogućava kreiranje aktivnih i pasivnih scatternet-a. Prednost BIM protokola u odnosu na trenutne postojeće protokole ovog tipa jeste point to multipoint komunikacija, umesto peer-to-peer komunikacije. BIM poseduje dva režima rada, freeride mod gde klijenti haotično bez nekog reda, bez ikakvog pravila, među sobom prave piconet-e i razmenjuju poruke. Drugi režim rada je group režim u kom nodovi funkcionišu kao grupa. U tom režimu imaju mastera grupe čija je uloga koordinacija grupe. Cilj ovog projekta je da omogući za klijenta potpuno transparentno ad-hoc formiranje Bluetooth mreže u cilju razmene podataka (poruka, slika, zvuka, videa itd.)

Uvod

Bluetooth predstavlja moguć način povezivanja i razmene informacija među uređajima poput digitalnih adresara, mobilnih telefona, lap topova, personalnih kompjutera, digitalnih kamera, štampača i sl. preko sigurne, jeftine, globalno dostupne kratko talasne radio frekvencije.

BIM protokol omogućava transparentno kreiranje mobilne infrastrukture za prenos podataka, kao i korišćenje već postojeće infrastrukture. Slični, ali ne i isti projekti koji postoje su *Blue Jack*, *Mobiluck*, *Nokia Sensor*. Bitna razlika između svih njih i BIMP-a je u tome što navedeni protokoli zapravo rade dok su uređaji u dometu, dok BIMP omogućava komunikaciju između nodova čak i kad oni sami nisu u dometu. BIMP se za razliku od već pomenutih protokola ne ograničava na uređaje na kojima se

može koristiti/implementirati, teorijski moguće ga je koristiti na svakom uređaju koji poseduje Bluetooth modul. Prednost BIMP-a u odnosu na pomenute protokole je point-to-multipoint komunikacija umesto peer-to-peer komunikacije među nodovima.

Dakle, svrha BIMP-a jeste pre svega mobilno, transparentno kreiranje *ad hoc* bežičnih mreža za prenos i obradu podataka.

Opis BIM sistema

BIM algoritam

NORMAL STATE

1. Inquiry, Remote Name Require, SDP
2. Ako ima klijenata u listi proverava ID-a u bazi
 - ukoliko je klijent bridge ili nod posebnog prioriteta, sa njim se postupa na drugačiji način
 - *Paging*, Konekcija.
 - Pri konekciji na neki sistem menja se unikatni ID korisnika.

Kako je stanje promenjeno sistem funkcioniše drugačije

3. Pauza par sekundi (ne može striktno biti određeno, jer zavisi od hardvera) – vraća na stavku 1.

PRECONNECTED STATE

U koliko se ne poznaju radi se Meeting. Razmena fingerprint-eova, koji se dobijaju na osnovu md5sum-e imena uređaja

1. Identifikacija i logovanje

CONNECTED STATE

1. **Razmena poruka.** Nod kupi prvo poruke za članove grupa kojima je master. Zatim idu poruke za grupe kojima korisnik pripada. Ako korisnik nije master ni jedne grupe ili ne pripada ni jednoj grupi on onda radi upit kojim kupi sve poruke sa noda na

Dušan Panić (1987). *Loznica, Partizanska 23, učenik 4. razreda Gimnazije "Vuk Karadžić" u Loznici*

MENTOR:
Dragan Toroman, ISP

koji je povezan. Kupljenjem svih poruka sa udaljenog noda dobija se na povećanju mogućnosti dospeća samih poruka do lokacije na koju su prvobitno upućene.

2. Interaktivna akcija na događaje i kreiranje istih. U koliko je nod master grupe on šalje uparenom nodu listu svojih aktivnih BT konekcija, odnosno šalje mu opis infrastrukture njegovog piconeta kao i piconeta na koje je trenutno povezan. Tako nod primalac "stvara" sliku o infrastrukturi mreže na koju je povezan, pa i mreže koju je upravo nadogradio svojim prisustvom.

Uloge čvorova

Svaki od klijenata menja ime po promeni režima rada. Promena režima rada menja se paralelno sa promenom stanja konekcija. Stand alone može promeniti ime iz X u S, M i B. Ni jedan nod ne može imati dvostruku ulogu. Recimo, klijent koji je slave u jednom piconetu ne može biti ujedno i bridge do drugog piconeta. Može postojati samo bridge nod čija je uloga premošćavanje saobraćaja sa piconeta na piconet. Postoji više mogućih uloga čvorova:

- S – group slave
- M – group master
- B – bridge
- X – stand alone

X-X konekcija. Stand alone je svaki nod koji nema ni jednu aktivnu konekciju ili onaj koji ne pripada niti jednoj grupi. To znači da je na samom početku, tj. inicijalizaciji BIM sistema, svaki nod zapravo stand alone. Pri susretu dva stand alone noda oni razmenjuju sve poruke koje poseduju u bazi.

X-S konekcija. Stand alone se može povezati na aktivni slave u cilju priključenja i formiranja scatternet-a. Stand alone nikada neće postati stalni član grupe na koju se privremeno povezao.

S-S konekcija. Kada klijent ima ulogu slave-a smatra se da je povezan na grupu. Slave-to-slave konekcija je moguća samo u koliko master to zahteva. U koliko postoje međusobne veze dva stand alone čvora, a nađe se master grupe pri uspostavljanju veze sa masterom, nod koji se povezao na mastera prekida sve ostale konekcije od sebe i ka sebi. Recimo da imamo situaciju da je klijent član neke grupe, ali ne može da se poveže na master, on se poveže na jedan od slave-ova. Taj slave na koji se povezao klijent šalje obaveštenje masteru o tome, gde master daje odobrava priključenje ili ne odo-

brava. **NAPOMENA:** Konekcija među slave-ovima jednog istog piconet-a protokolom nije dozvoljena jer nema potrebe za takvom organizacijom mreže.

S-M konekcija (slave-master konekcija). Konekcija između mastera i članica njegove grupe. Ime čvora kada je u pitanju S-M konekcija menja se u Sn-MASTER_MAC. To je potrebno da bi se znala mac adresa mastera grupe bez potrebe za konektovanjem na slave i traženjem potrebnih podataka o masteru te grupe. To znači da svaki slave u tom piconet-u je imenovan sa Sn-MASTER_MAC, gde n predstavlja slučajni broj od 1-8.

M-M konekcija. Po dizajnu BIM protokola nemoguće je da se sretnu dva mastera, jer pri formiranju grupe masteri prestaju biti vidljivi za okolinu. Kada se stand alone nodovi nađu u dometu članica svoje grupe i kada formiraju grupu, master grupe automatski prestaje odgovarati na Inquiry scan i Page scan zahteve, što znači da master grupe prestaje biti vidljiv za okolinu. Masteri se mogu videti samo preko posrednika. Dakle kada se sretnu dva slave-a oni međusobno traže jedan od drugog poruke za grupe kojima su masteri i za grupe u kojima su slave-ovi.

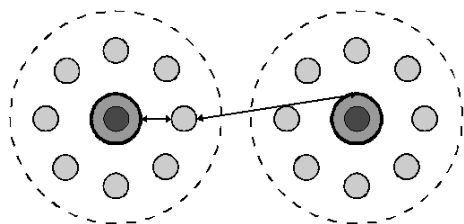
B-klijent menja unikatno ime vidljivo Name Requestom u Bn-MAC i postaje bridge između dva piconet-a, gde n može biti slučajni broj od 1 do 8.

Scatternet

Uparivanje grupa (formiranje scatternet-a)

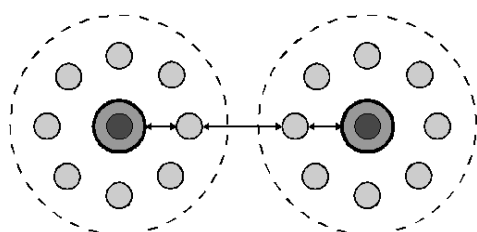
U situaciji kad se sretnu dve grupe, uparivanje se može vršiti na dva načina: master-master, master-bridge(slave)-master, ili: master-bridge-bridge-master. Upareni slave-ovi neće inicijalizovati konekcije na druge slave-ove iz susedne grupe. Samo će se dva mastera upariti ukoliko je moguće direktno. Ukoliko je na jednoj od grupa na master konektovano svih 7 korisnika, master jednog od njih šalje u parked mod i na njegovo mesto kači master ili drugi slave-a preko kojega se uparuju dva piconet-a u scatternet.

Ideja BIMP-a je da podrži scatternet na dva načina, kao aktivni i pasivni scatternet. Nebitno je da li je scatternet napravljen direktnom ili indirektnom vezom (direktno mastera i mastera, indirektno upotrebom bridge-a). Aktivni scatternet predstavlja mogućnost Bluetooth hardvera da simultano funkcioniše na dva piconet-a. Scatternet se implementira na dva načina. Group master po formiranju grupe ispituje mogućnosti članica svoje grupe, proverava



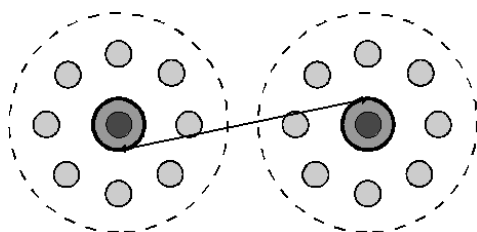
Slika 1. Master–Bridge–Master

Figure 1. Master–Bridge–Master



Slika 2. Master–Bridge–Bridge–Master

Figure 2. Master–Bridge–Bridge–Master



Slika 3. Master–Master

Figure 3. Master–Master

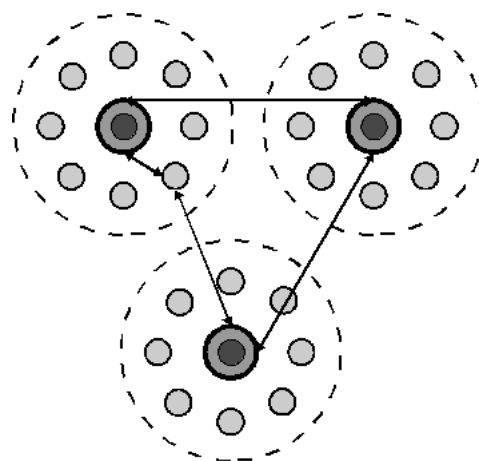
podršku za scatternet tako što šalje service poruku sa naredbom da se vezuju unakrsno. Pasivni scatternet se realizuje na sledeći način:

Group Master šalje slave-u service poruku “PAUSE”, ili slave zahteva dozvolu od mastera za prelazak u parked mod. Nakon toga sledi iniciranje konekcije ili, ukoliko konekcija već postoji, switch na konekciju na drugom piconet-u. Prilikom svakog prebacivanja sa piconet-a na piconet, nod koji se prebacuje dobija stanje o trenutnoj infrastrukturi mreže. Prebacivanje sa piconet-a na piconet se vrši na svakih 5 sekundi.

Na slici 1 su dva piconeta povezana preko bridge-a. Ovakav način kreiranja scatternet-a po dizajnu BIM protokola je moguć samo ako su se bridge nod i udaljeni master nod povezali na zahtev mastera tada već postojeće grupe (grupa levo na slici). Udaljeni master može raskinuti vezu sa bridge-om i ponovo se povezati na udaljeni piconet preko jednog od svojih bridge-ova, sa tom razlikom što aktivan scatternet vrši prebacivanje sa jednog na drugi scatternet automatski, protokolom propisano na hardverskom nivou, dok pasivni scatternet ne vrši Bluetooth protokolom propisano prebacivanje na hardverskom nivou. Kod pasivne vrste scatterneta ne postoji permanentna veza između oba piconet-a.

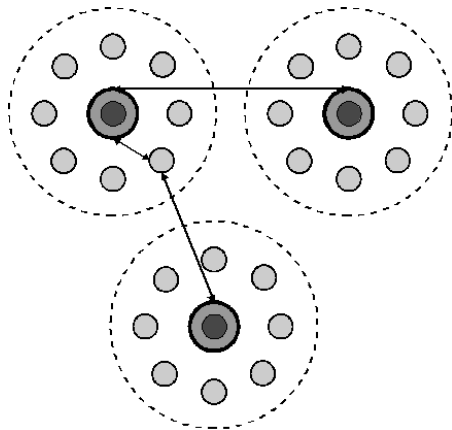
Na slici 2 vidimo dva piconet-a povezana preko dva bridge-a. Problem kod formiranja pasivnog scatternet-a kod takve infrastrukture je sinhronizacija bridge-ova prilikom svičovanja. Zato se bridge-ovi pri povezivanju “dogovaraju” o vremenu koje provode na svom maternjem piconet-u, pa se po isteku tog vremenskog intervala vraćaju na međusobnu konekciju. Uračunato je vreme tolerancije – vreme koje se toleriše da klijent kasni.

Na slici 3 je scatternet kreiran konekcijom dva mastera, BIM protokolom preporučljivo je praviti takav tip scatternet-a samo ukoliko je moguće kreiranje “aktivne scatternet konekcije”. Masteri mogu raskinuti vezu sa sobom i napraviti nove veze preko svojih bridge-ova.



Slika 4. Bluenet algoritam kreiranja scatterneta

Figure 4. Bluenet algorithm for creation scatternet



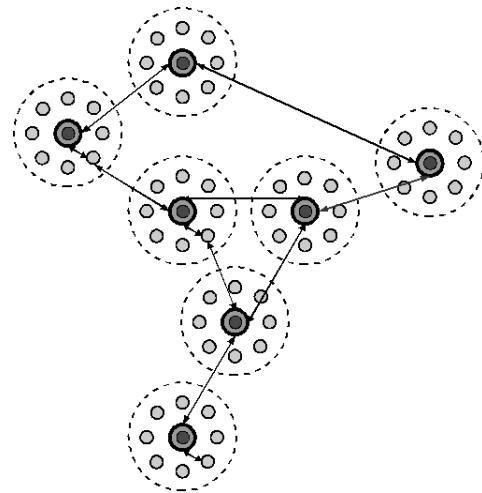
Slika 5. BIM kreiranje scattermeta

Figure 5. BIM method for creation scatternet

Na slici 4 vidimo jedan od mogućih modela kreiranja scatternet-a, to je **Bluenet** algoritam. BIM protokolom je propisano da se dva ista piconet-a ne uparuju dva puta. Na slici 5 prikazan je pravilno kreiran BIM scatternet. U cilju smanjenja kolizije paketa, u cilju rasterećenja mreže raskidaju se duple veze među piconet-ima.

Optimizacija scattermeta

Na slici 6 prikazan ciklično kreiran scatternet. Po uspostavljanju veza među piconet-ima i kreiranja scatternet-a, masteri grupa međusobno propagiraju podatke o infrastrukturi njihovog piconet-a/scatternet-a. Nikada se ne može znati tačno vreme kada su svi nodovi dobili podatke o infrastrukturi mreže, jer je mreža proširiva. Kad od dospeća prve poruke o izgledu infrastrukture mreže protekne 300 s, svaki nod pojedinačno kreće da analizira podatke. Svaki nod polazi od sebe, gde posmatra svoje veze sa ostalim nodovima i poredi ih sa vezama ostalih. Svaki nod će izvršiti optimizaciju svog segmenta mreže, gde će pokidati nepotrebne veze sa drugim nodovima, ako su nodovi dostupni preko nekih drugih nodova. Nod1 će videti da je povezan na Nod2, videće da je i nod4 povezan na nod2, a nod5 je povezan takođe na nod2. Nod koji ima više veza raskinuće vezu koja je duplikat. Optimizacija se dešava stalno. Duple veze su moguće i one su dobre, jer je to jedan od načina a se očuvava integritet mreže. Na svakom nodu postoji mehanizam zaštite od kreiranja više od dva linka. Veza između dva noda neće biti kreirana



Slika 6. Ciklično kreiran scatternet

Figure 6. Cyclic created scatternet

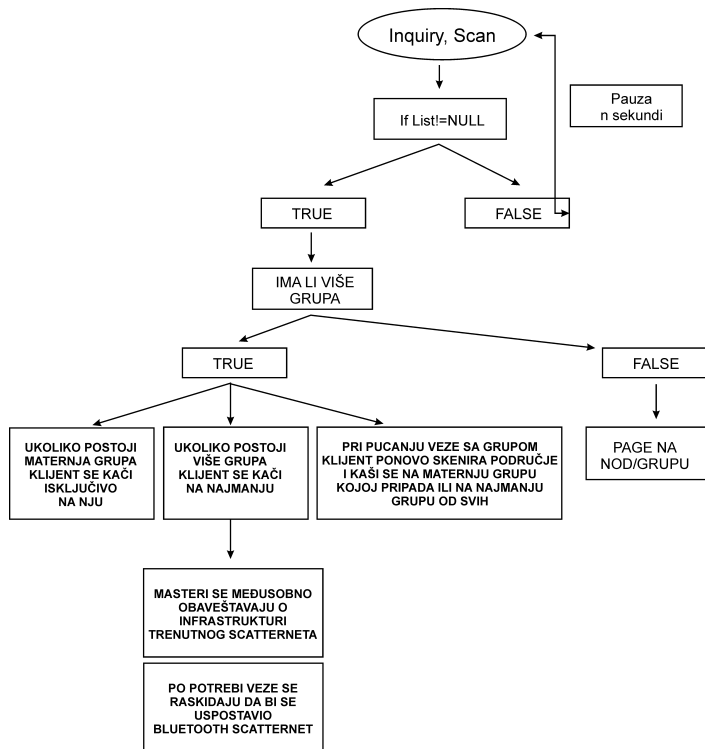
ukoliko postoje 2 dupla linka. Može se desiti da nod nije dobio podatke o infrastrukturi scatternet-a pa će biti napravljene 3 duple veze. To se popravlja u sledećoj optimizaciji. Integritet mreže čuva se sa dva dupla linka. Nod nasumično odlučuje kroz koju će duplu vezu propustiti podatke ka destinaciji. Na slici 7 dat je algoritam za pristupanje grupi.

Formiranje grupe

Pre nego što se počnu kreirati grupe, svi nodovi tri puta skeniraju područije. Ukoliko rezultati skeniranja budu različiti, upotrebljava se mobilnost čvora kao način za kreiranje grupe, a ukoliko su rezultati identični, upotrebljava se vreme prisutnosti za kreiranje grupe.

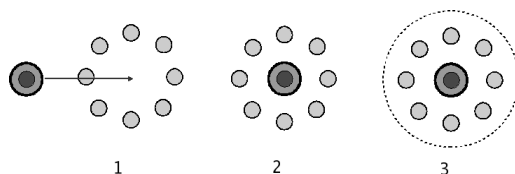
Vreme prisutnosti (najbrži nod)

Formiranje grupe na osnovu vremena prisutnosti realizuje se na sledeći način: kako se n nodova (gde je n broj manji od 8) nađe dovoljno dugo u dostupnom okruženju gde "najbrži" nod (najbrži nod je onaj koji prvi uspe da kreira što veći broj konekcija ka članicama svoje grupe) zaključuje grupu, gde je za dovoljno dugo vreme uzeto vreme od 120 s. Zaključivanje, tj. formiranje grupe vrši se tako što po isteku vremenskog intervala od 120 s nodovi iniciraju master konekcije jedni prema drugima. Međutim da bi se izbeglo "sudaranje", svaki nod pre iniciranja



Slika 7. Algoritam za pristupanje grupi (maternja grupa – prva grupa u listi, grupa kojoj nod pripada)

Figure 7. Algorithm for accessing to the group



Slika 8. Algoritam za kreiranje BIM mreže na osnovu vremena prisustva

1. Nod pristupa grupi
2. Nod je proveo vreme od 120s u grupi
3. Nod formira grupu ili raspušta grupu u koliko se u njegovoj grupi nalazi jedan manje uređaj od prvobitno skeniranih

Figure 8. Algorithm for creation BIM network based on time presence

konekcije čeka vreme određeno slučajnim celim brojem u intervalu od 5 do 15 s; BIM aplikacija onemogućava fizičko “preuzimanje” grupe, odnosno nasilno kreiranje grupe, jednostavnim uključivanjem/isključivanjem Bluetooth-a tako što se po svakom uključivanju/isključivanju aplikacije koja u potpunosti podržava BIM menja ime Bluetooth uređaja.

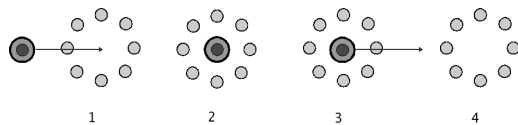
Postoji mogućnost da će dva ili više nodova da započnu proces formiranja grupe u isto vreme. Tada se može desiti da se formiraju dve manje grupe ili, ukoliko je to fizički moguće, može se desiti da se formiraju dve grupe sa istim članovima samo sa različitim masterima. Najjednostavnije rešenje je da preklapljeni članovi istupe iz obe grupe. Na primer, došlo je do stvaranja dve manje grupe, tada masteri zaključuju da je došlo do greške i raspuštaju svoje grupe i ponovo se obnavlja proces kreiranja grupe.

Mobilnost čvora

Uzmimo primer da ima n čvorova od kojih je n_3 najmobilniji (mobilnost je sposobnost uređaja da prenosi informacije i komunicira u pokretu, a najmobilniji čvor je onaj koji za određeno vreme promeni najviše lokacija). To znači da najmobilniji čvor u ne-

BIM – Bluetooth Instant Messenger

The basic purpose of the BIM protocol is free of charge communication – messaging using Bluetooth wireless technology. BIMP implements creating of an ad-hoc wireless network, and creating active and passive scatternets. The advantage of BIMP protocol over other similar protocols is the possibility of point-to-multipoint communication instead of peer-to-peer. BIM has two working modes. The first one is freeride, where clients randomly create piconets and exchange messages. The other one is the group mode where all nodes work as a group. In the group mode nodes have a master node which coordinates the group. The main goal of this project is implementation of client-transparent ad-hoc Bluetooth networks for data exchange (messages, pictures, sound, video, etc).



Slika 9. Algoritam za kreiranje BIM mreže zasnovan na mobilnosti čvorova

1. nod pristupa grupi
2. nod je neko vreme u grupi
3. nod napušta grupu
4. grupa je bez noda

Figure 9. Algorithm for creation BIM network based on node mobility

Zaključak

BIM predstavlja korektnu zamenu za SMS, kao i već postojeći Peer-to-Peer Bluetooth Instant Messaging. BIMP se odlično pokazao u regijama gde je veliki koeficijent BIM softvera ili BIM baznih stanica. Mana BIM-a je nemogućnost da se protokolom garantuje dospeće poruke na željenu, finalnu adresu. BIM je idealno *ad hoc* rešenje za uspostavljanje komunikacije među studentima na fakultetu kao i svim drugim sredinama gde su nodovi veoma aktivni.

Literatura

Bluetooth Technology Overview, Forum Nokia, Nokia

<http://searchMobilrComputing.com>

<http://www.google.com/define/>

Wang Z., Thomas R. J., Haas Z. Bluenet – a New Scatternet Formation Scheme

Prilog: Definicije osnovnih pojmova

Piconet. Pojam piconet-a predstavlja Bluetooth bežičnu mrežu sastavljenu od najmanje dva Bluetooth uređaja. Piconet može imati do 7 uređaja u mreži. Uređaj koji inicira konekciju je master, međutim uloga se može kasnije menjati upotrebom master/slave switch-a (Bluetooth Technology Overview).

Scatternet. Zbog potrebe da se prave veći piconet-i, oni koji bi sadržali preko 7 klijenata, i koji bi radili u mreži konkurentno u Bluetooth specifikaciji opisan je scatternet, formiranje istog i sl. Scatternet omogućava transparentno povezivanje više piconet-a u jednu homogenu mrežu, gde se klijenti međusobno vide nezavisno od toga na koji način su povezani. Neki od mogućih načina kreiranja scatternet-a su: master–master konekcije ili master–slave–master gde je slave “bridge” između dva piconeta. Na prvom primeru master–master konekcije, master jednog piconet-a je slave drugog piconet-a. Jedan nod može biti samo jednom master, odnosno jedan nod može biti master samo jednog piconet-a.

Inquiry – predstavlja metodu za skeniranje područja u potrazi za Bluetooth uređajima. Postoje dva načina skeniranja, kao i dva istoimena Inquiry moda u kome se uređaj može nalaziti, GIAC (General Inquiry Access Code) i LIAC (Limited Inquiry Access Code). Najčešće se koristi GIAC. Upotrebom LIAC koda se znatno smanjuje vreme skeniranja, zbog toga što se pretraga ograničava samo na određen tip uređaja (Bluetooth Technology Overview).

Page – metoda koju Bluetooth uređaj poziva kada želi kreirati piconet sa drugim uređajem.

Service Discovery. SDP je drugi korak koji se izvršava posle skeniranja (Inquiry). SD-om se saznaje koje sve servise nudi uređaj, odnosno koji su sve servisi registrovani.

UUID – 128-bitni univerzalni unikatni identifikator kojim se obezbeđuje unikatnost registrovanog servisa “kroz prostor i vreme” (videti Bluetooth Technology Overview). To je broj napisan od serije heksadecimalnih cifri.

Aktivni mod – u aktivnom modu uređaj aktivno pristupa kanalu (Bluetooth Technology Overview)

Sniff mod. Bluetooth moduli, da bi smanjili potrošnju energije prebacuju se u ovaj režim rada ukoliko nakon izvesnog perioda nije bilo protoka na

Bluetooth kanalu. Vraćaju se u prvobitno stanje po prijemu prvih podataka.

Hold mod. U stanju konekcije, ACL tip konekcije ka slave-u može biti poslat na čekanje. To znači da master može započeti transmisiju samo u specifičnim vremenskim slotovima (Bluetooth Technology Overview).

Park mod. U slučaju da slave ne želi da učestvuje u komunikaciji u piconet-u, ali želi ostati deo njega dabi se kasnije mogao uključiti u komunikaciju, onda slave pristupa park modu. Park mod je koristan ako ima više od sedam uređaja koji žele biti deo istog piconet-a. Parkirani slave-ovi se bude regularno, slušaju na određenom kanalu, vrši resinhronizaciju i proveravaju ima li broadcast poruka poslatih od strane mastera (Bluetooth Technology Overview).

Stanje konekcije. Kada se uređaj poveže sa drugim uređajem na samom početku komunikacije nalazi se u aktivnom modu. Iz tog moda uređaj može preći u hold mod, sniff mod ili u park stanje. Namena sniff moda je štednja resursa, najčešće baterije mobilnog telefona, kada je u pitanju klasa 2 uređaja. Park mod se koristi ukoliko je u etru “gužva” ili postoji potreba da piconet poseduje više od 8 članica (zajedno sa masterom), pa se onda na neki način vrši “parkiranje” nodova mreže kao i njihovo “odparkiranje” po potrebi. Hold, sniff modovi i park stanje su neophodni za kreiranje scatternet-a

Slot – u Bluetooth terminologiji označava vreme od 625 μ s. Zapravo slot je 625 μ s + 220 μ s, gde je 220 μ s vreme potrebno da uređaj promeni frekvenciju.

ACL. Asinhroni nekonekcioni linkovi su tipovi konekcije čija je namena prvenstveno prenos podataka. Poseduju simetrične i asimetrične paket konekcije. Više-slotni paketi koriste ACL tip konekcije i mogu omogućiti protok od 723 kbit/s u jednom smeru i 57.6 kbit/s u drugom. Master kontroliše protok ACL konekcije i određuje koliko je protoka potrebno svakom slave-u pojedinačno (Bluetooth Technology Overview).

SCO. Sinhroni konekcioni linkovi podržavaju simetričnu, kružnu, point to point konekciju i primarno se koriste za prenos glasa. Svaki šesti slot je rezervisan za slanje a sedmi za primanje podataka. Može postojati 3 simultane SCO konekcije čije će brzine dostizati 64 kbit/s (Bluetooth Technology Overview).

Grupa. U grupi se može naći maksimalno 8 korisnika sa master-om (Master je pojam koji se kor-

isti kada se želi reći da nosilac tog imena poseduje određen nivo sposobnosti, superiornosti ili moći. U ovom slučaju master je vođa grupe. Teoretski se u grupi može naći do 255 korisnika, 255 – 7 u parked modu u koliko se adresiranje uređaja vrši preko PM (parked member) adresa, a teoretski beskonačno mnogo ukoliko se adresiranje vrši preko Bluetooth device adrese (BD), koja je 48-osmobiitna. Group ID je u obliku MAC-DATE_TIME-RNDNUMBER. Ovakav oblik ID-a je izabran, jer jedan isti korisnik može biti master više grupa, a te grupe ćemo razlikovati po vremenu njihovog nastanka. Potrebno je dodati da je to jedan od parametara koji nam daje unikatnost imena. Da se dodatno zaštititi unikatnost imena grupe od moguće redundancije, dodat je na kraj slučajno generisan broj.

Master. Uređaj koji inicira konekciju postaje master, dok je pozvani uređaj slave (Bluetooth Technology Overview). Uloge se mogu naknadno menjati

prilikom konekcije uz pomoć slave-master switch-a. Master nema nikakve privilegije u odnosu na slave. Njegova uloga jeste održavanje integriteta mreže kroz sinhronizacije satova i razne broadcast poruke.

Group Master – nod zadužen za isporuku poruka članovima svoje grupe. On je ujedno koordinator grupe. Ukoliko njega nema određena grupa se raspada, niko drugi ne preuzima njegovu ulogu. Obavezu koordinacije grupe master vrši broadcast porukama koje primaju svi ili pojedinačnom koordinacijom nodova u mreži.

Group Slave – svi ostali nodovi u mreži koji primaju poruke od mastera i šalju iste preko njega.

MAC – ili Media Access Control address, predstavlja hardversku adresu mrežnog uređaja. Sastoji se iz 48-bitnog heksadecimalnog broja (12 karaktera). Adresa je uneta direktno u uređaj, pošto je isti proizveden.

