

STANDARDI ZA BEŽIËNI LAN

Vesna M. Goluboviã, Dejan S. Vujia
Katedra za telekomunikacije, Elektrotehniãki fakultet u Beogradu

I UVOD

Prenos podataka beŹiËnom vezom postao je veoma atraktivno reŹenje u skoro svim segmentima telekomunikacija. To je sluãaj i sa lokalnim raãunarskim mreŹama (Local Area Network). U opŹem sluãaju najbitniji zahtevi za LAN su visok protok podataka, fleksibilnost, visok nivo mobilnosti korisnika unutar mreŹe i jednostavnost koriŹenja. Sa aspekta ovih zahteva LAN pruŹa sasvim zadovoljavajuãe performanse, osim u pogledu mobilnosti. Za dalji razvoj mreŹe mnogo bolje reŹenje pruŹa beŹiËni LAN (Wireless LAN). BeŹiËna mreŹa ima moguãnosti za kontinualnu pokrivenost, *ad hoc* povezanost i mobilnost terminala uz inherentnu fleksibilnost za pun razvoj Źirokopolasnih servisa za krajnje korisnike. Pored toga, WLAN se koristi kao proŹirenje ili alternativa klasiãnim LAN sistemima u sluãajevima kada je oteŹano njihovo postavljanje ili koriŹenje. WLAN sistemi ãe imati veoma znaãajnu ulogu u sistemima buduãih generacija.

Do sada je razvijeno viŹe standarda za WLAN. Prvi među njima je 802.11 koji ima tri naãina realizacije fiziãkog sloja i pruŹa maksimalni protok od 2Mb/s. Znaãajno unapređenje ovog standarda dovelo je do formiranja 802.11b standarda maksimalnog protoka do 11Mb/s. Svi ovi sistemi rade u ISM (Industrial, Scientific, Medical) delu opsega, koji se nalazi oko 2.4GHz. Usled velike zauzetosti pomenutog opsega javila se potreba da se ovaj deo spektra rastereti i da se naredne generacije WLAN prebace u slabo koriŹeni opseg oko 5GHz. Kandidati za ovaj deo spektra su IEEE 802.11a i ETSI BRAN HIPERLAN2 (High Performance European Radio Local Area Network 2). Od velikog interesa za razvoj sistema kao i prihvaãenost na trŹiŹtu je da odabrani sistemi budu interoperabilni.

U radu je prikazana komparativna analiza postojeãih standarda i tehnika za koje se oãekuje da ãe ubrzo biti standardizovane. U drugom delu su ukratko opisane prednosti WLAN sistema. Pregled dosadaŹnjeg razvoja i analiza osobina 802.11 i 802.11b sistema dat je u treãem i ãetvrtom delu. U petom delu su opisani sistemi predviãeni za rad u opsegu 5GHz i glavne razlike u odnosu na sisteme prethodne generacije. Komentaran je međusoban odnos i perspektive za pobolŹšanje rada ovih sistema. Na kraju, u zakljuãku, ukazano je na smernice daljeg razvoja i moguãnosti primene WLAN sistema.

II PREDNOSTI WLAN SISTEMA

Kljuãni elementi za uspeh WLAN sistema su visoka fleksibilnost u pristupu mreŹi, relativno niska cena i moguãnost za pruŹanje raznih vrsta servisa. WLAN mreŹa se moŹe organizovati na dva naãina. U prvom naãinu organizacije mreŹe terminali su međusobno povezani fiksnom mreŹom na koju se povezuju pomoãu fiksnih pristupnih taãaka. Drugi naãin podrazumeva međusobnu

povezanost terminala u *ad hoc* mreŹu. WLAN sistemi se mogu konfigurisati u raznim topologijama, zavisno od zahteva u primeni i samoj instalaciji. Konfiguracije se kreau od *peer-to-peer* mreŹa pogodnih za manji broj korisnika do velikih mreŹa sa velikom oblaŹtu pokrivanja i obezbeđenim *roamingom* između podmreŹa.

Bez obzira na veãe poãetne investicije, servisi koje pruŹaju WLAN sistemi imaju relativno nisku cenu, jer su dalja nadgradnja ka Źirokopolasnim servisima, razvoj nove infrastrukture i odrŹavanje jeftiniji. TroŹkovi su posebno smanjeni u okruŹenjima gde postoje ãesti zahtevi za pomeranjem ili rekonfiguracijom. Instaliranje sistema je jednostavnije, naroãito u sluãajevima gde polaganje kablova predstavlja problem. Servisi koje pruŹaju ovakve mreŹe su fleksibilni u smislu kvaliteta servisa i resursa koji zauzimaju.

III 802.11 STANDARD

Rasprostranjenost WLAN mreŹa u najveãoj meri zavisi od standardizacije u industriji, jer se time obezbeđuje kompatibilnost proizvoda razliãitih proizvoãaãa i njihov pouzdan zajedniãki rad. Prvi standard za WLAN mreŹe je nastao u junu 1997. godine, kada je IEEE nakon sedam godina rada odobrio standard 802.11. Ovaj standard je obezbeđivao protoke od 1 i 2Mb/s i odnosio se na dva najniŹa sloja OSI arhitekture, fiziãki i MAC sloj.

Standardom su predviãena tri naãina realizacije fiziãkog sloja. Za prva dva naãina dodeljen je opseg od 2.4GHz do 2.4835GHz.

Prvi naãin realizacije podrazumeva prenos podataka u proŹirenom spektru upotrebom direktne sekvence (Direct-Sequence Spread Spectrum) pri ãemu se primenjuju digitalne fazne modulacije, diferencijalna binarna (Differential Binary Phase Shift Keying) i diferencijalna kvaternarna (Differential Quaternary Shift Keying). Spektralni opseg Źirine 83.5MHz deli se na 14 kanala. U cilju izbegavanja interferencije, kanali koji rade na istoj lokaciji moraju da imaju razmak od 25MHz, Źto znaãi da najviŹe 3 kanala mogu da rade zajedno na istoj lokaciji. Spektar se Źiri 11-bitnom Barker sekvencom. Kao Źto je poznato, koriŹenjem DSSS tehnike smanjuju se efekti uskopojasnog Źuma i interferencije, pa se smanjuje verovatnoãa greŹke i potreba za ponovnim prenosom.

Drugi naãin realizacije bazira se na prenosu signala u proŹirenom spektru upotrebom tehnike frekvencijskog skakanja (Frequency Hopping Spread Spectrum), pri ãemu se vrŹi digitalna frekvencijska modulacija sa *Gauss*-ovskim oblikovanjem spektra signala (Gaussian Frequency Shift Keying) sa 2-4 nivoa. Opseg koji se koristi podeljen je na 79 podkanala Źirine 1MHz. Regulatorna tela za svaku zemlju specifikacijom određuju minimalnu brzinu skakanja (npr. u SAD je 2.5 skoka/s). Definisano je 78 sekvenci za skakanje,

koje su grupisane u tri seta od po 26. Sekvence iz istog seta su sa najmanjom verovatnošću preklapanja i mogu se nalaziti na bliskim mestima. To znači da se na jednoj fizičkoj lokaciji može naći maksimalno 26 različitih mreža. Protok kod ovih sistema ograničen je na vrednosti manje od 2Mb/s, jer po FCC (Federal Communications Commission) regulativi širina podkanala ne može da bude veća od 1MHz.

Treći način podrazumeva prenos u infracrvenom opsegu. Infracrveni (Infra Red) sistemi koriste opseg 850-950nm koji se nalazi odmah ispod vidljivog dela spektra. Koristi se impulsna poziciona modulacija sa 4 i 16 nivoa (Pulse Position Modulation). Podržani su protoci do 2Mb/s. IR tehnika predviđa dva načina prenosa. Prvi zahteva direktnu liniju vidljivosti. Sistemi lošijih karakteristika sa direktnom linijom vidljivosti imaju mali domet od oko 1m, dok se oni sa dobrim performansama koriste samo za implementaciju fiksnih podmreža. Sistemi koji koriste drugi način prenosa su difuzni IR sistemi koji ne zahtevaju direktnu liniju vidljivosti, ali je ova ograničena na veličinu prostorije [1].

Postojalo je podeljeno mišljenje o tome koji je od DSSS i FHSS sistema superiorniji, i koja je tehnika širenja spektra primerenija WLAN sistemima. Dok FHSS ima teoretski bolju zaštitu od uskopojasne interferencije, DSSS sistemi imaju bolje performanse kada se posmatra jednostavnost realizacije i zastupljenost na tržištu. Potiskivanje interferencije u DSSS sistemima, zbog velike širine kanala, daje veoma dobre rezultate ne samo pri potiskivanju uskopojasne već i pri potiskivanju širokopojasne interferencije, a značajno je i da ne postoji kašnjenje pri promeni kanala. Sistemi sledeće generacije su kompatibilni samo sa DSSS sistemima, pa su oni i zastupljeni u većini meri.

IV 802.11b STANDARD

Prihvatanje WLAN mreža na tržištu u velikoj meri su usporili relativno mali protoci definisani 802.11 standardom. Da bi se izašlo u susret potrebama za povećanim protokom IEEE je 1999. godine odobrio 802.11b. Cilj je bio formiranje standarda koji bi omogućio rad mreža a poredivih sa 802.3 Ethernetom. Standardom 802.11b, poznatim i kao 802.11 *High rate*, u prethodni standard su uključeni protoci od 5.5Mb/s i 11Mb/s. Regulatorna tela i udruženja dobavljača su usvojila ovaj standard, koji je obezbedio otvaranje novih tržišta za WLAN mreže u velikim preduzećima, kancelarijskim i kućnim okruženjima. Ovaj standard je brzo prihvaćen na tržištu, pre svega zaslugom standardizacionog tela 802.11b i udruženja najznačajnijih proizvođača WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) čiji su svi proizvodi međusobno kompatibilni.

Osnovna arhitektura, karakteristike i servisi 802.11b definisani su u originalnom 802.11 standardu. Specifikacije u 802.11b se odnose samo na fizički sloj, dodate više protoke i robusniju povezanost. MAC sloj je ostao isti kao i u 802.11, pa se 802.11b može posmatrati i kao četvrti način realizacije prethodnog standarda. Značajno povećanje protoka podataka postignuto je modulacijom komplementarnim kodovima (Complementary Code Keying) [2], gde se CCK koriste kao kodna sekvenca u postupku

širenja spektra signala DSSS tehnikom. U 802.11b se koriste kodovi sa dužinom kodne reči 8. Protok simbola je 1.375Msimb/s a protok bitova 11Mbit/s. Za protok od 11Mb/s prenosi se 8 bita po simbolu, a za protok od 5.5Mb/s prenosi se 4 bita po simbolu. CCK modulacija je posebno značajna jer pruža veću otpornost na kašnjenje usled višestruke propagacije, kao što je primer u velikim zatvorenim prostorijama. Zahvaljujući CCK dobija se veliki protok, ali se smanjuje pokrivenost jer je sistem manje otporan na interferenciju i šum. 802.11b sistemi su interoperabilni samo sa DSSS sistemima na 1 i 2Mb/s. Pri prenosu se koristi dinamičko menjanje brzina, tj. protok se automatski prilagođava promeni stanja u kanalu. Pomeranje protoka je mehanizam na fizičkom sloju transparentan za korisnika i više slojeve protokola.

V DALJI RAZVOJ WLAN MREŽA

802.11b standard je veoma dobro prihvaćen. Ovaj standard definiše rad u delu spektra oko 2.4GHz. Osim relativno male širine dostupnog frekvencijskog opsega od 83.5MHz, najveći nedostatak rada u definisanom opsegu je velika zauzetost i visok nivo interferencije koja potiče iz elektromagnetnog okruženja. Postoji mišljenje da na ISM opsegu ne može da se postigne protok veći od 11Mb/s [3]. Očigledno je da će spektar igrati bitnu ulogu u razvoju sledeće generacije WLAN sistema.

U delu spektra oko 5GHz postoji veliki deo slobodnog opsega. Za razliku od ISM opsega na 2.4GHz ovaj opseg nije uniformno specificiran u celom svetu. U Evropi je spektar neiskorišćen u delu 5.15-5.35GHz i 5.470-5.725GHz, a u SAD u delu 5.15-5.35GHz i 5.725-5.825GHz. Osim toga, u različitim opsezima važe različita pravila, čak i u okviru iste zemlje.

Dalji razvoj WLAN sistema se kreće ka dve konkurentne tehnologije: 802.11a i HIPERLAN2. Za proizvodnju i za sam razvoj tehnologija od velikog interesa je da ove dve tehnologije budu interoperabilne. HIPERLAN2 je favorizovan u Evropi, a 802.11a van Evrope. HIPERLAN2 je razvila ETSI grupa kao deo projekta BRAN (Broadband Radio Access Network). 802.11a standard je kandidat IEEE grupe za rad u novom opsegu za WLAN. Da bi se potpomogao razvoj WLAN sistema u opsegu oko 5GHz, unutar ETSI je formirana 5GHz GSG (Globalisation Study Group) [4]. Prvi sastanak IEEE i ETSI BRAN grupe sa ciljem standardizacije 5GHz WLAN sistema održan je u novembru 2000. godine. Cilj rada je postizanje koegzistencije, konvergencija i moguća interoperabilnost različitih WLAN sistema koji rade u ovom opsegu.

802.11a ima više sličnosti sa Ethernetom, dok je HIPERLAN2 po svojoj strukturi sličniji ATM mreži i koja je pogodna za prenos glasa i pružanje multimedijalnih servisa. U oba standarda se koristi ista tehnika prenosa na fizičkom sloju. S druge strane, 802.11a koristi isti MAC sloj kao i 802.11b. HIPERLAN2 je tehnološki kompleksniji i ima napredniji MAC sloj. Ima podršku parametara za definisanje kvaliteta servisa (Quality of Services) koji uključuju širinu potrebnog propusnog opsega, verovatnoću greške, kašnjenje i džiter. Podrška QoS dozvoljava i prenos kombinacija više raznih tipova poruka (glas, video,...), čime

se transparentnost WLAN sistema baziranih na HIPERLAN2 istie u prvi plan. Postoji interoperabilnost sa veim brojem mrež nih struktura kao š to su Ethernet, IP, ATM, UMTS, PPP i druge. Ima ugrađen i DFS (Dynamic Frequency Selection) i TPC (Transmit Power Control) po evropskim standardima [5].

802.11a i HIPERLAN2 imaju istu realizaciju na fizièkom sloju, dok se razlikuju na MAC sloju. Na fizièkom sloju se koristi viš estruki pristup na bazi ortogonalne frekvencijske modulacije (Ortogonal Frequency Division Multiplex). OFDM je posebno pogodan za upotrebu u zatvorenim prostorijama i njime se dobijaju mnogo bolje osobine u odnosu na one dobijene š irenjem spektra. OFDM funkcioniš e tako š to se podaci sa veim protokom dele na 52 dela sa manjim protokom, koji se zatim prenose u paraleli svako na zasebnom podnosiocu. Od 52 podnosilaca, 48 se koriste za prenos podataka, dok su preostalih 4 pilot podnosioci koji se koriste za lakš e praænje faze, za potrebe koherentne demodulacije. Zahvaljujuai kodnoj š emi i korekciji greš aka, OFDM ima veai protok podataka i veai otpornost na razlièita kaš njenja usled viš estruke propagacije [2].

Predviđeni su protoci od 6 do 54Mb/s. Koriš ænjem BPSK modulacionog postupka ostvaruje se protok od 125Kb/s po kanalu i ukupan protok 6Mb/s, dok se koriš ænjem QPSK ostvaruje protok od 250Kb/s po kanalu i duplo veai ukupan protok od 12Mb/s. Maksimalni protok podataka do 54Mb/s se postiž e koriš ænjem 64-nivovske kvadraturene amplitudske modulacije (Quadrature Amplitude Modulation) š to kao rezultat ima protok od 1.125Kb/s za kanal š irine 300KHz.

802.11a tehnologija neæ biti š iroko prihvaæna dok određene vojne i vladine instalacije koriste delove opsega oko 5GHz za satelitsku komunikaciju. Da bi se obezbedilo da nelicencirane aplikacije ne interferiraju sa postojeai primenama na 5GHz, ETSI je specificirao da se pre distribucije u Evropi moraju ugraditi dodatni DFS i TPC protokoli. Njima se omoguæava da se u bež iènoj vezi promenom kanala ili modulacijom niž e snage dinamièki

odgovara na interferenciju u radio-opsegu i poveæava spektralna efikasnost. 802.11h radna grupa se bavi ugradnjom DFS i TPC protokola u 802.11a da bi se omoguæilo njegovo prihvatanje u Evropi. Podrš ku QoS i multimedijalnih servisa za MAC sloj 802.11a i 802.11b razvija radna grupa 802.11e. Novi MAC sloj mora da bude kompatibilan sa starim koji koristi CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) protokol, koji se pokazao nedovoljno efikasnim. Podrš ka QoS je od velikog interesa za prihvatanje 802.11a. Do sada su se koriš ænjem PCF (Point Control Function) obezbeđivali mehanizmi za upravljanje garantovanim propusnim opsegom i podrš ku određenih tipova saobraæaja [6].

Još jedna mogućnost je i eventualni prelaz sa 802.11b na 802.11a, jer ova dva standarda koriste isti MAC sloj pa ne bi bile potrebne znaèajne promene u mrež i. Koriš ænje 802.11b MAC sloja povlaèi i neke nedostatke. 802.11b prenosi preambulu i zaglavlje paketa brzinom od 1Mb/s. To predstavlja znaèajan deo ukupnog vremena potrebnog za prenos ako se ima u vidu da je preambula u 802.11b znaèajno duž a od Ethernet preambule. Efikasnost 802.11b MAC sloja je oko 70%. U 802.11a standardu preambula i zaglavlje ne moraju da se prenose na 1Mb/s, pa 802.11a teorijski ima veai efikasnost od 802.11b. Za maksimalan teoretski protok od 54Mb/s realni protok iznosi oko 38Mb/s. Neefikasnosti u prenosu i emitovanje paketa sa servisnim informacijama na fizièkom sloju još smanjuju ovu vrednost na oko 32Mb/s [7], [8].

Ne postoji mogućnost po kojoj bi 802.11a i 802.11b standardi bili kompatibilni, jer definiš u rad na razlièitim frekvencijama. Međutim, kako nema preklapanja frekvencijskih opsega to sistemi definisani na osnovu ova dva standarda mogu raditi na istoj fizièkoj lokaciji potpuno nezavisno. Proizvođaèi tvrde da æ biti moguæ postaviti dualni radio-sistem, ali æ biti potrebne dodatne pristupne taèke za postizanje protoka od 54Mb/s [8].

U Tab.1. date su uporedne karakteristike svih do sada opisanih sistema.

<u>SISTEMI</u>				
Karakteristike	802.11	802.11b	802.11a	HIPERLAN2
Spektar	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	5 GHz
Maksimalna brzina na fizièkom sloju	2 Mb/s	11 Mbit/s	54 Mb/s	54 Mb/s
Maksimalna brzina na mrež nom sloju	1.2 Mb/s	5 Mb/s	32 Mb/s	32 Mb/s
MAC	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	Centralna kontrola resursa/ TDMA/TDD
Podrš ka QoS	PCF	PCF	PCF	ATM/802. 1p/RSVP(ReSerVation Protocol)/DiffServ
Tehnika prenosa na fizièkom sloju	FHSS ili DSSS	DSSS	OFDM	OFDM
Interoperabilnost sa fiksnim mrež ama	Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet, IP, ATM, UMTS, FireWire, PPP
Domet sistema [m]	300	100	200	100
Kontrola kvaliteta radio linka	Ne	Ne	Ne	Adaptacija linka

Tab.1. – Uporedne karakteristike navedenih WLAN sistema.

VI ZAKLJUÈAK

Prvi standard za WLAN sisteme, 802.11 nastao je kao potreba da se izgradi sistem koji bi prenos vrš io radio

putem i imao osobine poredive sa Ethernetom. Ovaj standard je podržavao protoke od 1 i 2 Mb/s. Nakon izvesnog vremena javila se potreba za povećanim protokom podataka, što je rezultovalo novim 802.11b standardom koji predstavlja nadogradnju prethodnog standarda i omogućava maksimalne protoke do 11Mb/s.

Svi ovi standardi predviđali su prenos podataka u ISM delu opsega koji je dosta opterećen. Iz tog razloga, naredne generacije WLAN sistema će raditi u nezauzetom delu na 5GHz. Radi što boljeg prihvatanja na tržištu od velikog interesa je da ti sistemi budu interoperabilni. Kandidati za rad u ovom opsegu su 802.11a i HIPERLAN2. ETSI BRAN i IEEE rade na standardizaciji sistema koji za prenos koriste ovaj opseg frekvencija. Pitanje je koji će od ova dva sistema dobiti veću naklonost tržišta. I jedan i drugi koriste OFDM za prenos podataka na fizičkom sloju. Prednost HIPERLAN2 standarda je podrška QoS i interoperabilnost sa velikim brojem postojećih mreža. S druge strane, kako 802.11a i 802.11b imaju isti MAC sloj jedno od rešenja bi podrazumevalo mogućnost zajedničkog rada ovih sistema, s obzirom na veoma sličan rad mreža. Osim toga, radi se na poboljšanju 802.11a MAC sloja i uvođenju podrške QoS.

Iz navedenih razloga, 802.11a standard ima podršku većine WLAN udruženja, a posebno onih koji imaju proizvode bazirane na 802.11b standardu. Vrlo je verovatno je da će se ovi proizvodi prvi pojaviti na tržištu. HIPERLAN2 ima podršku velikih telekomunikacionih kompanija jer se njegovim korišćenjem može formirati mreža koja bi spajala 3G sisteme i privatne mreže. Takođe, treba očekivati da se u narednom periodu nametne upotreba softverskog radija. Mogućnost da se stvori univerzalni uređaj čije će namena i funkcionalnost biti diktirane pre svega, radio-interfejsom od strane sistema u koji se uređaj uključuje, predstavlja optimalno rešenje problema interoperabilnosti i kompatibilnosti. Rešenje koje bi u sebe uključivalo upotrebu softverskog radija zasigurno će dovesti do

smanjenja troškova, omasovljenja sistema i zaštite korisnika koji bi se zbog zastarevanja opreme i nekompatibilnosti sa sistemima nove generacije mogli naći izolovani. Može se očekivati da će se smernice daljeg razvoja WLAN sistema pokazati pojavom ovih sistema na tržištu i njihovim prihvatanjem od strane korisnika. Za sada su još uvek najzastupljeniji proizvodi bazirani na 802.11b.

LITERATURA

- [1] WLANA The Learning Zone for Wireless Networking/ www.wlana.com.
- [2] New High-Rate Wireless LAN Standards, Richard van Nee, Geert Awater, Masahiro Morikura, Hitoshi Takanashi, Mark Webster, Karen W. Halford, IEEE Comm. Mag., December 1999.
- [3] Competing Standards Won't Stop WLANs' Wild Growth/ www.wirelessethernet.org.
- [4] ETSI Telecom Standards, Unified 5 GHz WLAN Standards, 5GHz Wireless LAN Harmonization/ www.etsi.org.
- [5] Welcome to the HiperLAN2 Global Forum/ www.hiperlan2.com.
- [6] www.magisnetworks.com/ Quality of Services Considerations In a Multimedia Home Networks
- [7] Wireless LANs Work Their Magic/ www.networkcomputing.com.
- [8] Network Computing Workshop Mobile & Wireless Technology 802.1a Making Space for Speed Page/ www.networkcomputing.com

Abstract: Existing WLAN standards are presented in this paper. Perspectives for second generation of WLAN systems are also discussed.

STANDARDS FOR WIRELESS LAN

Vesna M. Golubović Dejan S. Vujica