

Bežične i mobilne mreže

Predavanje 9 • kolegij Računalne mreže

doc. dr. sc. Sandi Baressi Šegota

Fakultet informatike Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli

Sadržaj predavanja

- 1 Bežične mreže: uvod
- 2 WiFi (802.11)
- 3 Stanične mreže
- 4 Mobilnost
- 5 Sažetak

Bežičné mreže: uvod

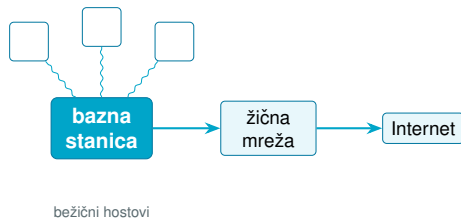
Ishodi učenja

Nakon ovog predavanja moći ćete:

- opisati elemente i **karakteristike** bežičnog linka;
- objasniti arhitekturu i **CSMA/CA** u WiFi (802.11);
- opisati arhitekturu **staničnih** mreža (4G/5G);
- objasniti **mobilnost** i handoff;
- razlikovati **bežično** od problema **mobilnosti**.

Elementi bežične mreže

- **bežični hostovi** (uređaji)
- **bazna stanica** / pristupna točka
- **žična** infrastruktura iza



Bežično vs žično

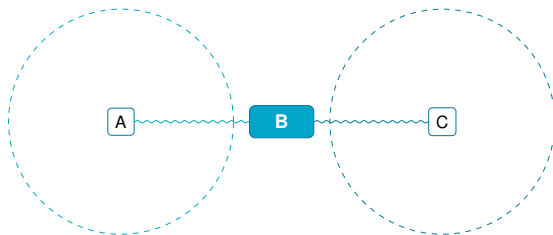
- **dijeljeni** medij (zrak), promjenjiv u vremenu
- slabljenje signala, **smetnje**, refleksije
- **mobilnost** uređaja mijenja uvjete

Karakteristike bežičnog linka

- snaga signala pada s **udaljenošću** (path loss)
- **SNR** (odnos signal/šum) određuje **BER**
- veći SNR $\Rightarrow$ moguća viša brzina uz manje pogrešaka

Problem skrivenog terminala

- A i C **ne čuju** jedan drugoga
- oboje dosežu B $\Rightarrow$ **kolizija** kod B
- osluškivanje *nije* dovoljno



A i C ne čuju jedan drugoga, ali oboje dosežu B

Slabljenje i ometanje

- **prepreke** slabe i odbijaju signal (multipath)
- drugi uređaji i mreže stvaraju **interferenciju**
- zato bežične mreže trebaju robusne MAC protokole

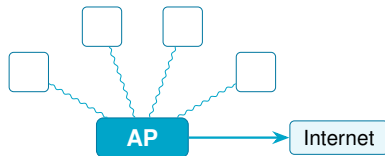
Prilagodba brzine (rate adaptation)

- uređaj mjeri **kvalitetu** kanala (SNR)
- bira **modulaciju** i brzinu prema uvjetima
- lošiji kanal $\Rightarrow$ robusnija, sporija shema

WiFi (802.11)

Arhitektura: AP i BSS

- **pristupna točka** (AP)
- skup stanica = **BSS**
- AP povezuje na žičnu mrežu



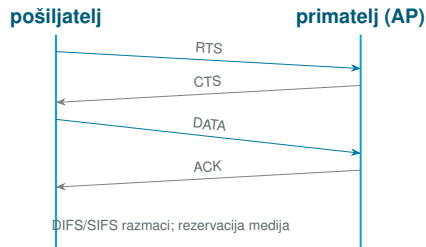
BSS (Basic Service Set)

Asocijacija

- AP periodički šalje **beacon** okvire (ime mreže, SSID)
- stanica **skenira** kanale i bira AP
- slijedi **autentikacija** i **asocijacija**

MAC: CSMA/CA

- osluškuj prije slanja
- **izbjegavanje** kolizija (CA), ne detekcija
- potvrde **ACK** (bežično je nepouzdana)



Zašto CA, a ne CD?

- radio *ne može* istovremeno slati i oslušivati $\Rightarrow$ teško detektirati koliziju
- snaga vlastitog signala **nadjača** tuđi
- zato se kolizije **izbjegavaju**, a ne otkrivaju

RTS/CTS

- kratki **RTS** (request to send) i **CTS** (clear to send)
- **rezerviraju** medij i rješavaju skriveni terminal
- cijena: mali dodatni promet (režija)

802.11 okvir

kontrola	trajanje	adrese (1–4)	seq	podaci	CRC
----------	----------	--------------	-----	--------	-----

do četiri adrese (izvor, odredište, AP...)

- **do četiri** adrese (uređaji + AP)
- polje trajanja za **rezervaciju** medija

WiFi generacije

- **802.11n/ac/ax** — rastuće brzine (MIMO, širi kanali)
- pojasevi **2,4 GHz** (domet) i **5/6 GHz** (brzina)
- WiFi 6/6E: bolja učinkovitost u gustim okruženjima

Kanali WiFi mreže

- pojas je podijeljen na **kanale**
- susjedni AP-ovi trebaju **nepreklapajuće** kanale
- loš odabir kanala $\Rightarrow$ interferencija i pad brzine

Štednja energije

- uređaj može ući u **stanje mirovanja**
- AP **sprema** okvire dok uređaj spava
- beacon najavljuje ima li **podataka** na čekanju

Staničné mreže

Arhitektura staničnih mreža



radio pristup + jezgra (autentikacija, mobilnost, prosljeđivanje)

- **radio pristup** (bazne stanice) + **jezgrena** mreža
- ćelije pokrivaju područje, **ponovna uporaba** frekvencija

Ćelije i ponovna uporaba frekvencija

- područje je podijeljeno na **ćelije**
- udaljene ćelije mogu **ponovno** koristiti iste frekvencije
- manje ćelije $\Rightarrow$ veći **kapacitet**, više handoffa

4G LTE: elementi

- **UE** — korisnički uređaj
- **eNodeB** — bazna stanica
- **jezgra (EPC)** — mobilnost, autentikacija, prosljeđivanje
- potpuno **IP**-bazirano (i glas preko IP-a)

5G

- veće **brzine** i manja **latencija**
- podrška za **masovni IoT** i kritične usluge
- više frekvencijskih pojaseva, uklj. **milimetarske** valove

Generacije mreža

- **2G** glas i SMS, **3G** podaci
- **4G** široki pojas, sve-IP
- **5G** niska latencija, velika gustoća uređaja

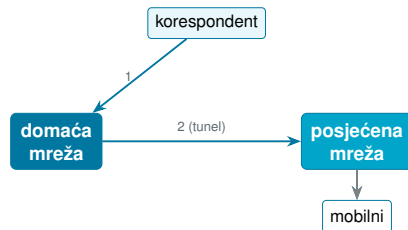
Mobilnost

Što je mobilnost?

- uređaj mijenja **točku pristupa** mreži
- izazov: kako ga i dalje **dosegnuti**?
- pojmovi: **domaća** i **posjećena** mreža

Domaća i posjećena mreža

- **domaća**: stalna „adresa”
- **posjećena**: trenutna lokacija
- **agent** vodi evidenciju



neizravno usmjeravanje preko domaćeg agenta

Registracija i neizravno usmjeravanje

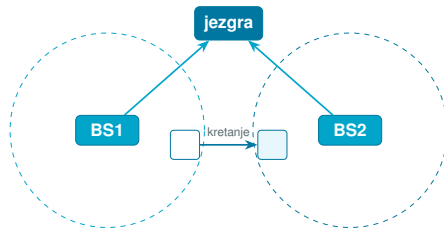
- 1 mobilni se u posjećenoj mreži **registrira**
- 2 promet ide na **domaću** mrežu
- 3 domaći agent ga **tunelira** do trenutne lokacije

Izravno vs neizravno usmjeravanje

- **neizravno**: sve preko domaćeg agenta (jednostavno, „trokut”)
- **izravno**: korespondent šalje ravno na trenutnu lokaciju
- izravno je učinkovitije, ali **složenije** za uspostaviti

Handoff

- uređaj se giba između **ćelija**
- veza se **prebacuje** na novu baznu stanicu
- cilj: **bez prekida** usluge



handoff: veza se prebacuje s BS1 na BS2

Mobilnost u praksi

- stanične mreže rješavaju mobilnost **u jezgri**
- WiFi roaming unutar iste mreže (isti SSID)
- aplikacijama mobilnost treba biti **transparentna**

Sigurnost bežičnih mreža

- zrak je **otvoren** medij — svatko može „slušati”
- zaštita: **WPA2/WPA3** (enkripcija i autentikacija)
- izbjegavati otvorene mreže i zastarjeli **WEP**

Utjecaj na više slojeva

- gubici zbog radija mogu „zbuniti” **TCP** (misli da je zagušenje)
- rješenja: lokalne retransmisije na **link** sloju
- bežično + mobilnost = izazov za cijeli stog

Sažetak

Ključne poruke

- bežični link je **dijeljen** i promjenjiv (SNR, smetnje, skriveni terminal)
- WiFi koristi **CSMA/CA** s ACK-ovima i po potrebi RTS/CTS
- stanične mreže: **radio pristup** + **jezgra**; 4G/5G su sve-IP
- **mobilnost** rješavaju domaći/posjećeni agenti i handoff
- bežično i mobilnost izazivaju **cijeli** mrežni stog

Sljedeće predavanje

Sigurnost: kriptografija, TLS, IPsec, vatrozidi.

Pitanja za provjeru

- Što je problem skrivenog terminala?
- Zašto WiFi koristi CA umjesto CD?
- Čemu služe RTS/CTS?
- Od kojih se dijelova sastoji stanična mreža?
- Kako neizravno usmjeravanje omogućuje mobilnost?

Hvala na pažnji!

Pitanja i rasprava

doc. dr. sc. Sandi Baressi Šegota • FIPU