

5. WiFi

Prof.dr Igor Radusinović

igorr@ucg.ac.me

dr Slavica Tomović

slavicat@ucg.ac.me

1

WiFi

- Uvod
- MAC kontrola
- Fizički nivo

2

WiFi

Uvod

- ❑ IEEE 802.11 familija standarda
- ❑ WiFi uređaji pristupaju mreži preko AP (Access Pointa)
- ❑ Skup uređaja povezanih na AP se naziva Basic Service Set (BSS)
- ❑ AP svakih 100ms šalje beacon frejm koji sadrži osnovne karakteristike BSS-a
- ❑ Definiše MAC podnivo (CSMA-CA i RTS-CTS) i fizički nivo (sub GHz, 2.4GHz, 5GHz i 60GHz za brzine od 1Mb/s do nekoliko Gb/s)

3

WiFi

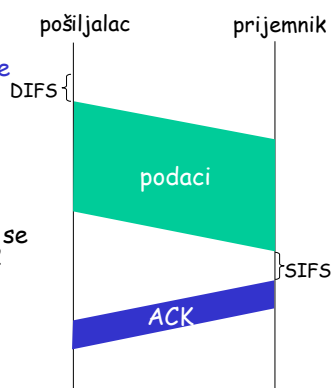
MAC kontrola (CSMA-CA)

802.11 pošiljalac

1. ako pošiljalac detektuje slobodan kanal tokom trajanja intervala **DIFS** (Distributed Interframe Space) tada se šalje cijeli frejm (nema detekcije kolizije)
2. ako se tokom DIFS detektuje zauzeti kanal tada se
 - Izračunava slučajno *backoff* vrijeme tajmera
 - Dok je kanal zauzet tajmer se zaustavlja
 - Nakon oslobađanja kanala timer odbrojava
 - Kada istekne tajmer, ako je kanal slobodan počinje slanje frejma
 - Ako nakon slanja nema potvrde ACK, povećava se slučajni backoff interval, i ponavlja se korak 2

802.11 prijemnik

- ❑ Ako je primljeni frejm ispravan
 - šalje ACK poslije isteka **SIFS** (Short Interframe Space)
 - ACK je potreban zbog problema skriveni terminal
- ❑ Ako primljeni frejm nije ispravan prijemnik odbacuje frejm

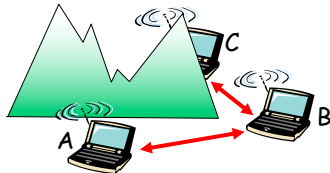


4

WiFi

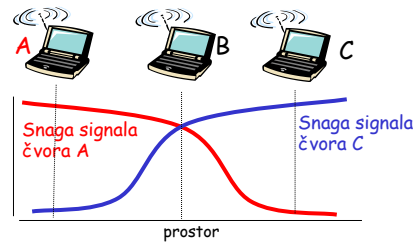
MAC kontrola (Problem sakrivenog terminala)

I pored primjene višestrukog pristupa, više bežičnih predajnika i prijemnika može izazivati dodatne probleme:



1. Problem sakrivenog terminala

- B, A detektuju jedan drugog
- B, C detektuju jedan drugog
- A, C se ne detektuju što znači da A, C ne vode računa o interferenciji na mjestu B



Slabljenje signala:

- B, A se detektuju
- B, C se detektuju
- A, C se ne detektuju i izazivaju interferenciju na mjestu B

Telekomunikacione mreže 5-5

5

WiFi

MAC kontrola (RTS-CTS)

IDEJA! dozvoliti korisniku da “rezerviše” kanal duže nego što mu je potrebno za slanje jednog frejma: izbjeći kolizije za velike frejmove

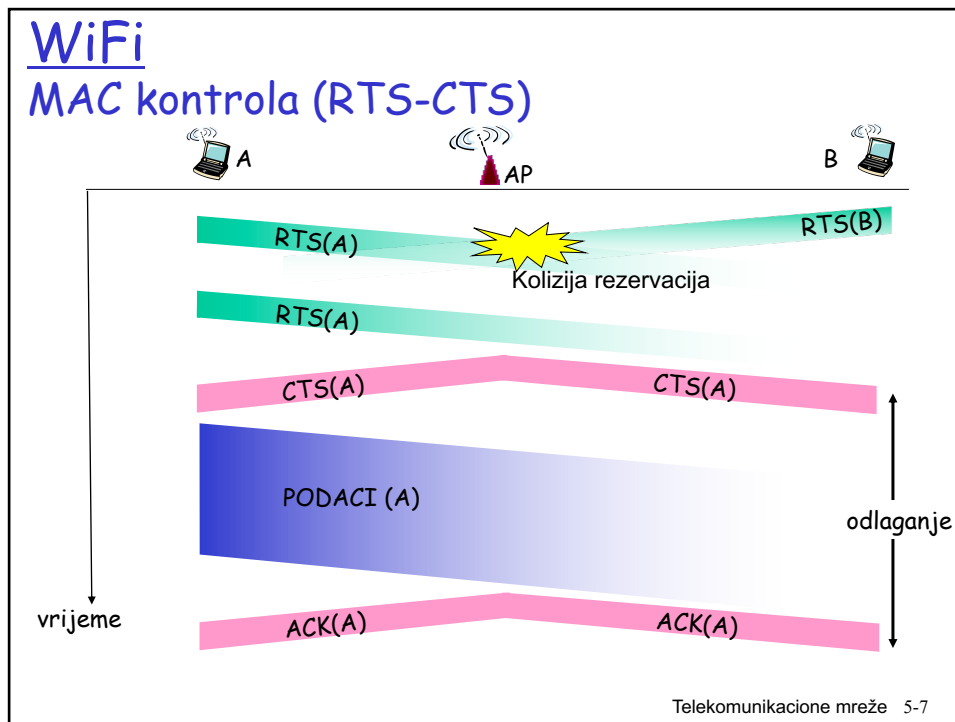
- Pošiljalac prvo šalje mali request-to-send (RTS) frejm pristupnoj tački korišćenjem CSMA
 - RTS frejmovi mogu zapasti u koliziju sa drugim frejmovima (što nije veliki problem jer su kratki)
- Pristupna tačka šalje svima clear-to-send CTS frejm kao odgovor na RTS frejmove
- CTS frejm primaju sva čvorišta ali ga korsiti samo onaj pošiljalac kojemu je namijenjen
 - Pošiljalac počinje slanje frejma sa podacima
 - Druge stanice ne šalju

Korišćenjem malih rezervacionih frejmova
izbjegava se kolizija velikih frejmova !

Telekomunikacione mreže 5-6

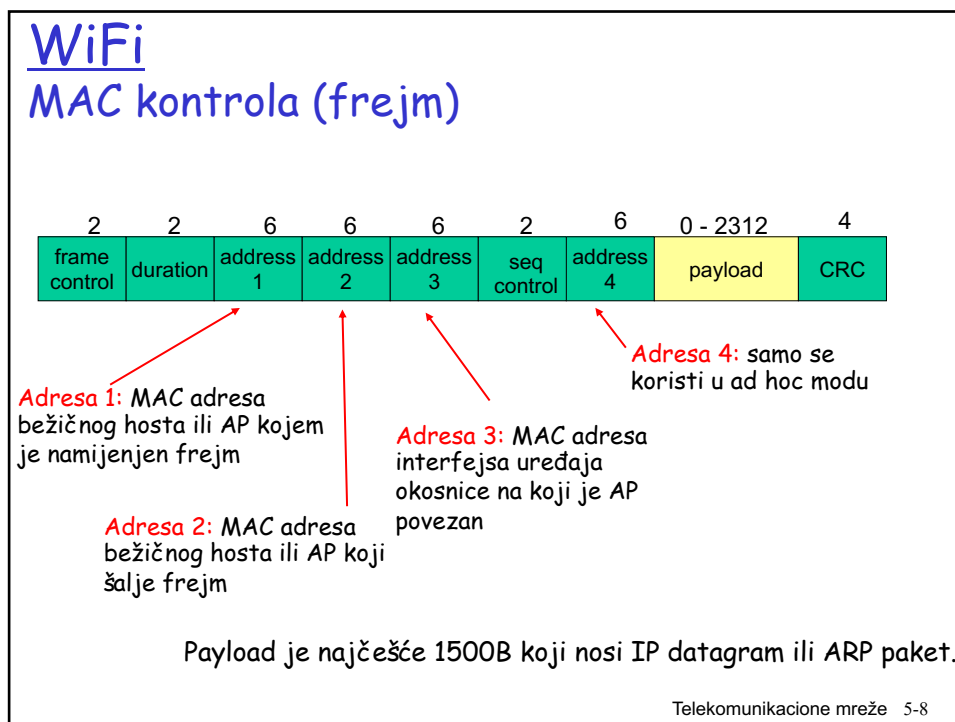
6

WiFi MAC kontrola (RTS-CTS)



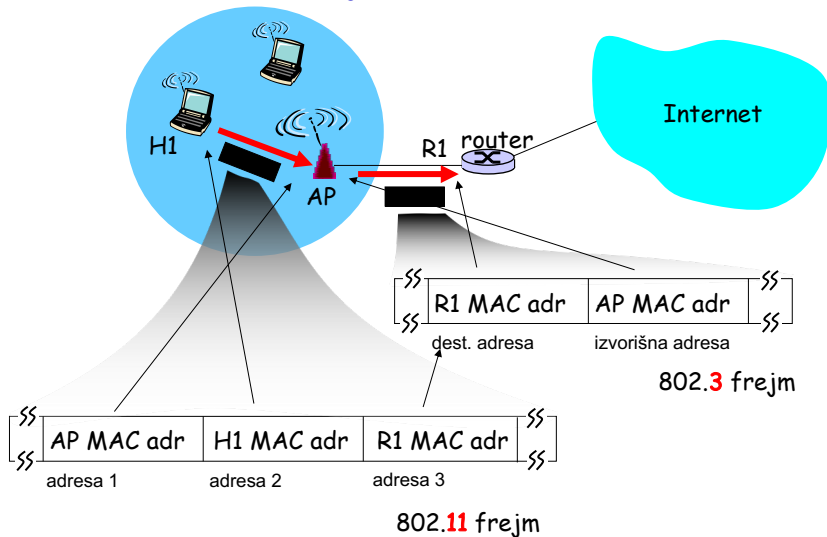
7

WiFi MAC kontrola (frejm)



8

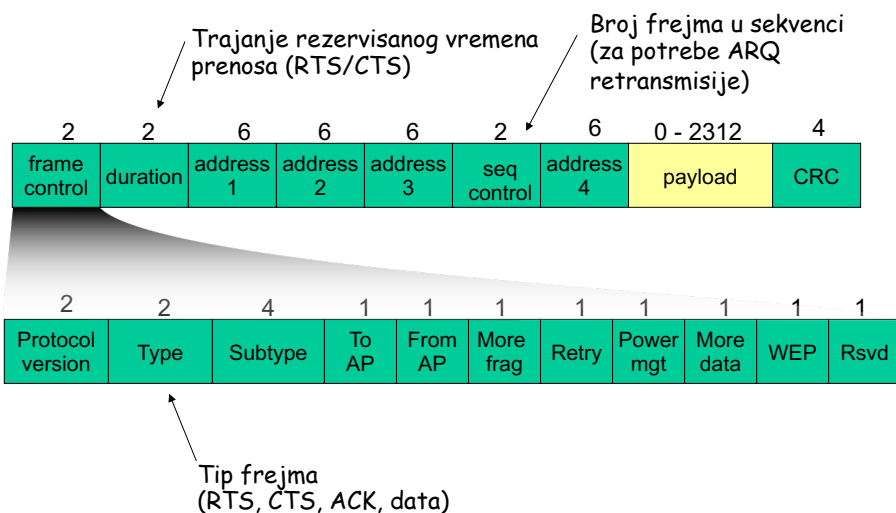
WiFi MAC kontrola (frejm)



Telekomunikacione mreže 5-9

9

WiFi MAC kontrola (frejm)



Telekomunikacione mreže 5-10

10

WiFi

Fizički nivo

- **802.11b**
 - Ratifikovan 1999
 - 2.4-2.5 GHz nelicencirani opseg
 - Širina kanala 20MHz
 - Kapacitet do 11 Mb/s (dijeljeno između korisnika)
 - Domet 38m (unutar objekta) - 140m (van objekta)
 - Domet 5000m (van objekta) ako se koristi licencirani opseg 3.7GHz (SAD)
 - Stvarni kapacitet 6.5Mb/s
 - DSSS (*direct sequence spread spectrum*) na fizičkom nivou
- **802.11a**
 - Ratifikovan 1999
 - Nelicencirani opseg 5.75-5.875 GHz
 - Širina kanala 20MHz
 - Domet 35m (unutar objekta) - 120m (van objekta)
 - Dijeljeni kapacitet do 54 Mb/s (stvarni kapacitet do 25Mb/s)
 - OFDM (*Orthogonal frequency-division multiplexing*)
- **802.11g**
 - Ratifikovan 2003
 - 2.4-2.5 GHz nelicencirani opseg
 - Širina kanala 20MHz
 - Dijeljeni kapacitet do 54 Mb/s (stvarni kapacitet do 25Mb/s)
 - Domet 35m (unutar objekta) - 120m (van objekta)
 - OFDM ili DSSS
- **802.11n**
 - Ratifikovan 2009
 - 2.4-2.5 GHz i/ili 5.75-5.875 GHz nelicencirani opsezi
 - Širina kanala 20 ili 40 Mhz
 - Dijeljeni kapacitet do 600Mb/s (stvarni ispod 200Mb/s)
 - Domet 70m (unutar objekta) - 250m (van objekta)
 - OFDM
 - SU-MIMO (multiple input multiple out)
 - 4 toka podataka istovremeno

Telekomunikacione mreže 5-11

11

WiFi

Fizički nivo

- **802.11ad**
 - Ratifikovan 2012
 - 60GHz nelicencirani opseg (57-71GHz) podijeljen na 6 kanal širine 2GHz
 - Kapacitet do 7Gb/s
 - WiGig
 - Domet nekoliko metara
- **802.11ac**
 - Ratifikovan 2013
 - Nelicencirani opseg 5.75-5.875 GHz
 - Kapacitet 6.8Gb/s, stvarna brzina 720Mb/s
 - Širina kanala 160MHz
 - MU-MIMO (do 8 UL i do 4 DL) sa 400Mb/s odnosno 200Mb/s po anteni
 - 256QAM
 - beamforming
 - Veći domet od IEEE 802.11n
- **802.11ah**
 - Ratifikovan 2016
 - 900MHz nelicencirani opseg
 - Extended range
 - Širina kanala 1MHz, 2MHz do 16MHz
 - MU-MIMO na downlinku (4uredaja istovremeno)
 - Dijeljeni kapacitet do 347Mb/s
 - Do 8192 uredaja povezana na AP
 - IoT
 - Restricted Access Window
 - Target Wake Time
 - Sektorizacija
 - Relay AP
 - WiFi HaLow za nisku potrošuu nergije u pametnim vozilima, gradovima,....
 - ...

Hot spot device (WiFi Direct)!!!

Telekomunikacione mreže 5-12

12

WiFi

MAC kontrola (efikasnost)

- Može se pokazati da je efikasnost IEEE 802.11b u single user scenariju kada se prenose frejmovi veličine 1500B svega 58%
 - $1500 \cdot 8 / 11 = 1090,9 \mu\text{s}$
 - Prosječno trajanje overhead poruka je $788,9 \mu\text{s}$
 - Propusnost = $1500 \cdot 8 / (1090,9 \mu\text{s} + 788,9 \mu\text{s}) = 0,58$