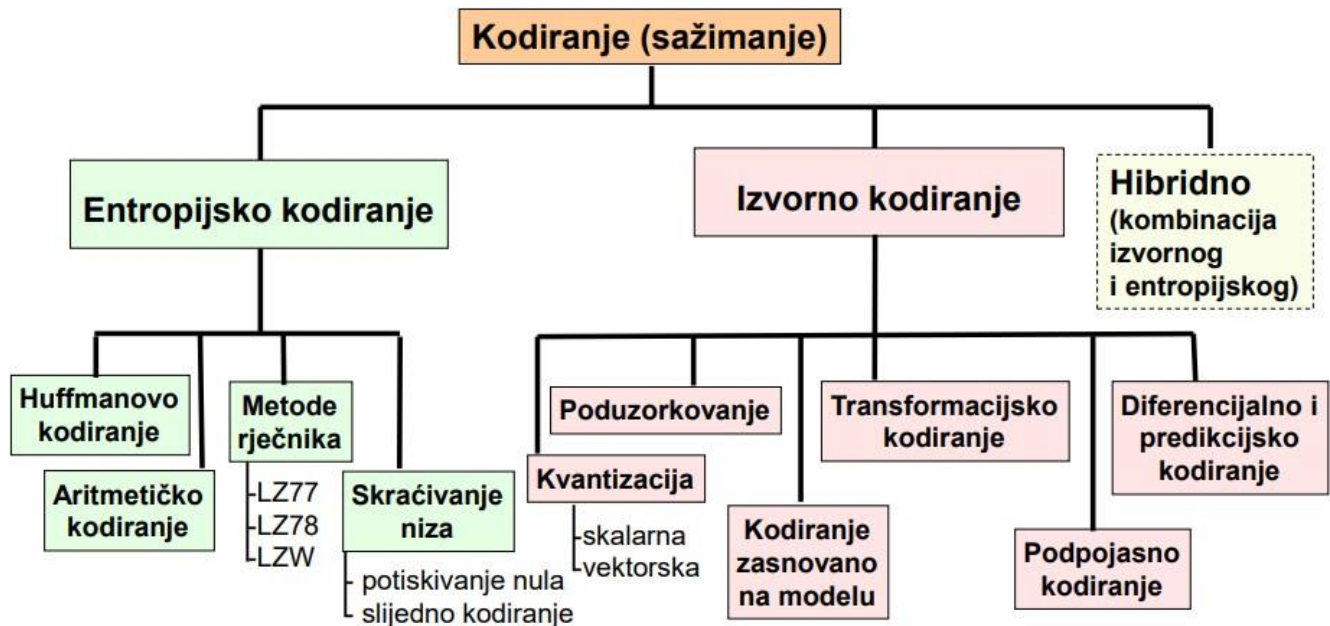


## Završni ispit iz kolegija Višemedijske komunikacije 1.7.2021.

1. Odgovorite na sljedeća pitanja:

a) (1 bod) Navedite osnovnu klasifikaciju postupaka kodiranja.



b) (1 bod) Koristi li PCM koder govornog signala linearnu ili nelinearnu kvantizaciju? Obrazložite odgovor.

PCM kodiranje govornog signala koristi nelinearnu kvantizaciju po logaritamskoj karakteristici prema A-zakonu kako bi se digitalizirao analogni govor. Nelinearna kvantizacija je korištena kako bi se bolje prilagodila prirodnoj karakteristici ljudskog sluha, koji je osjetljiviji na manje promjene u nižim razinama signala. Logaritamska karakteristika se koristi za povećanje razlučivosti u nižim razinama signala i smanjenje razlučivosti u višim razinama.

c) (1 bod) Objasnite postupak kojim se vrši kvantizacija DCT koeficijenta u JPEG koderu slike.

1. Primjena diskretne kosinusne transformacije (DCT) na blokove slike.
2. Kvantizacija DCT koeficijenata množenjem slike kvantizacijskom matricom. Kvantizacijska matrica se odabire u skladu s razinom kvalitete slike koja se želi postići. Više kvalitete slike zahtijeva manje kvantiziranje i obrnuto. Ovaj korak rezultira značajnim gubitkom podataka.
3. Kvantizirani koeficijenti se zaokružuju na najbližu vrijednost iz skupa kvantizacijskih vrijednosti koje su određene na osnovu kvalitete slike koja se želi postići. Ovaj postupak zaokruživanja smanjuje količinu podataka koja se mora spremati.
4. Kodiranje kvantiziranih i zaokruženih DCT koeficijenata pomoću entropijskog kodiranja (npr. Huffman kodiranje) kako bi se postigla dodatna kompresija podataka.

**d) (1 bod) Kod kodiranja video sadržaja, kako veličina bloka pri kompenzaciji gibanja utječe na performanse kodiranja (brzina, preciznost)? Obrazložite odgovor.**

Pri kodiranju video sadržaja, kompenzacija gibanja (engl. motion compensation) je tehnika koja se koristi za smanjenje redundancije u video sadržaju. Kompenzacija gibanja se temelji na činjenici da se u video snimci slijedni okviri obično vrlo slični. Stoga se umjesto kodiranja svakog okvira pojedinačno, koriste referentni okviri za stvaranje predikcije sljedećeg okvira.

Jedan od važnih parametara u postupku kompenzacije gibanja je veličina bloka (engl. block size) kojom se određuje veličina bloka piksela koji se koristi u postupku traženja najbolje podudaranja (engl. motion estimation) između referentnog i trenutnog bloka. Ova veličina bloka određuje koliko piksela se uspoređuje u jednom koraku kompenzacije gibanja.

Veličina bloka ima utjecaj na performanse kodiranja u smislu brzine i preciznosti. Korištenje manjih blokova uzrokuje veću preciznost kodiranja, ali zahtijeva više računalne snage i vremena za pretraživanje referentnog bloka. S druge strane, korištenje većih blokova može smanjiti preciznost, ali smanjuje troškove procesiranja i poboljšava brzinu kodiranja.

U praksi, veličina bloka se odabire ovisno o karakteristikama video sadržaja, kao što su brzina kretanja objekata u snimci i prisutnost detalja. Na primjer, za statične snimke, moguće je koristiti veće blokove, dok za dinamične snimke s velikim brojem pokretnih objekata, koriste se manji blokovi kako bi se dobila veća preciznost kodiranja.

**e) (1 bod) Ukratko objasnite što je to Binary Format for Scene Description (BIFS).**

Binary Format for Scene Description (BIFS) je format binarnih podataka koji se koristi za opisivanje 3D scena u multimedijalnim aplikacijama. BIFS koristi strukturiranu sintaksu za opisivanje objekata u sceni, uključujući geometriju, teksture, materijale, osvjetljenje i animaciju.

Opis scene je usmjereni aciklički graf. Na završnim(medijskim) čvorovima su objekti za prikaz. Na ostalim čvorovima je hijerarhijska i prostorna struktura.

BIFS se koristi u MPEG-4 standardu za kompresiju i prijenos 3D grafičkih scena preko mreže. Korištenjem binarnog formata, BIFS može efikasno prenositi velike količine podataka o sceni uz minimalnu propusnost mreže.

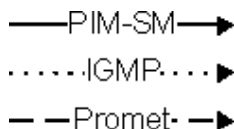
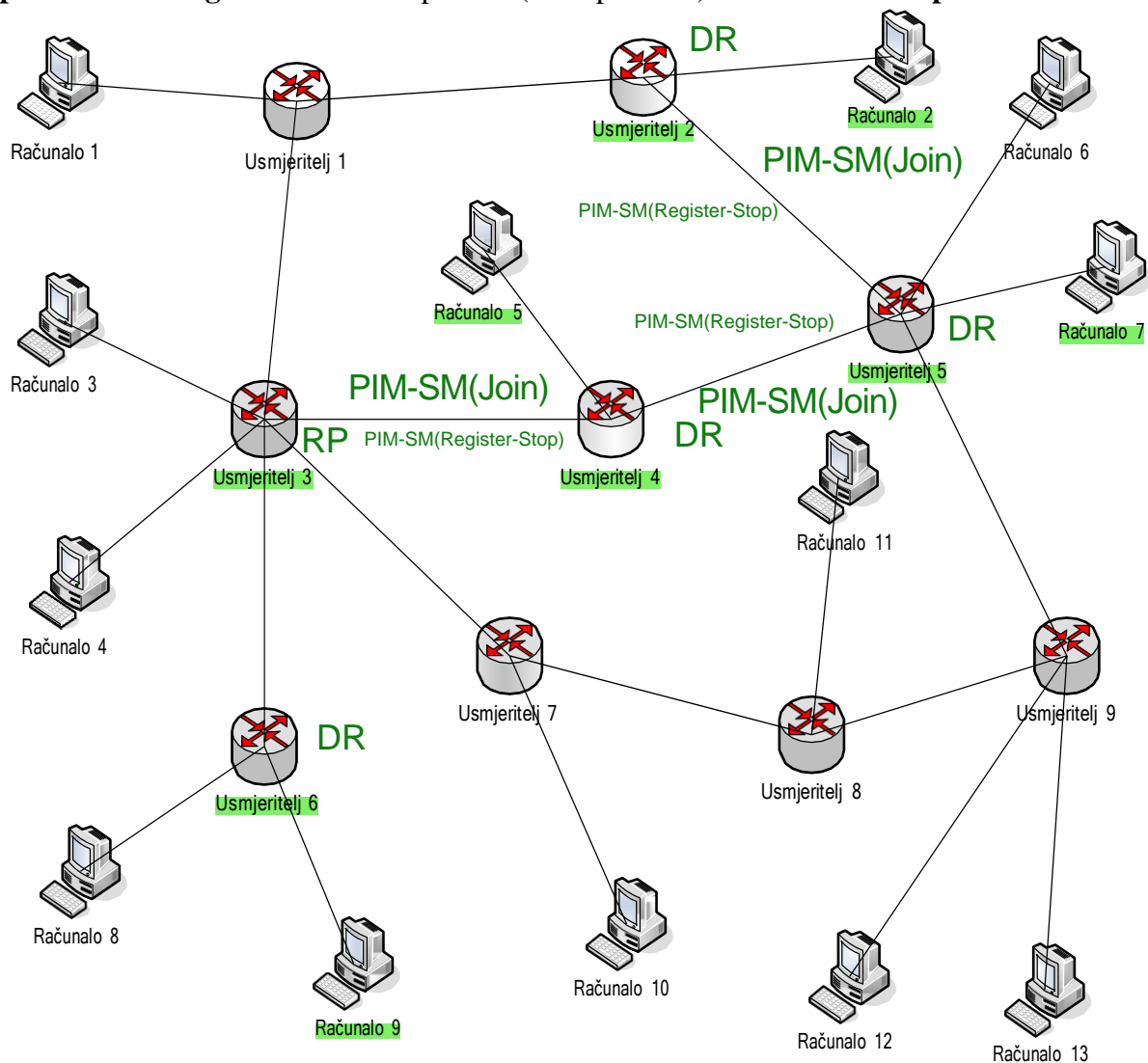
BIFS omogućava programerima i dizajnerima da opisuju 3D scenu na jednostavan način, što olakšava izradu multimedijalnih aplikacija. BIFS također podržava interaktivne funkcije kao što su detekcija sudara i upravljanje kamerom.

## 2. Višeodredišno razašiljanje

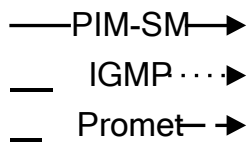
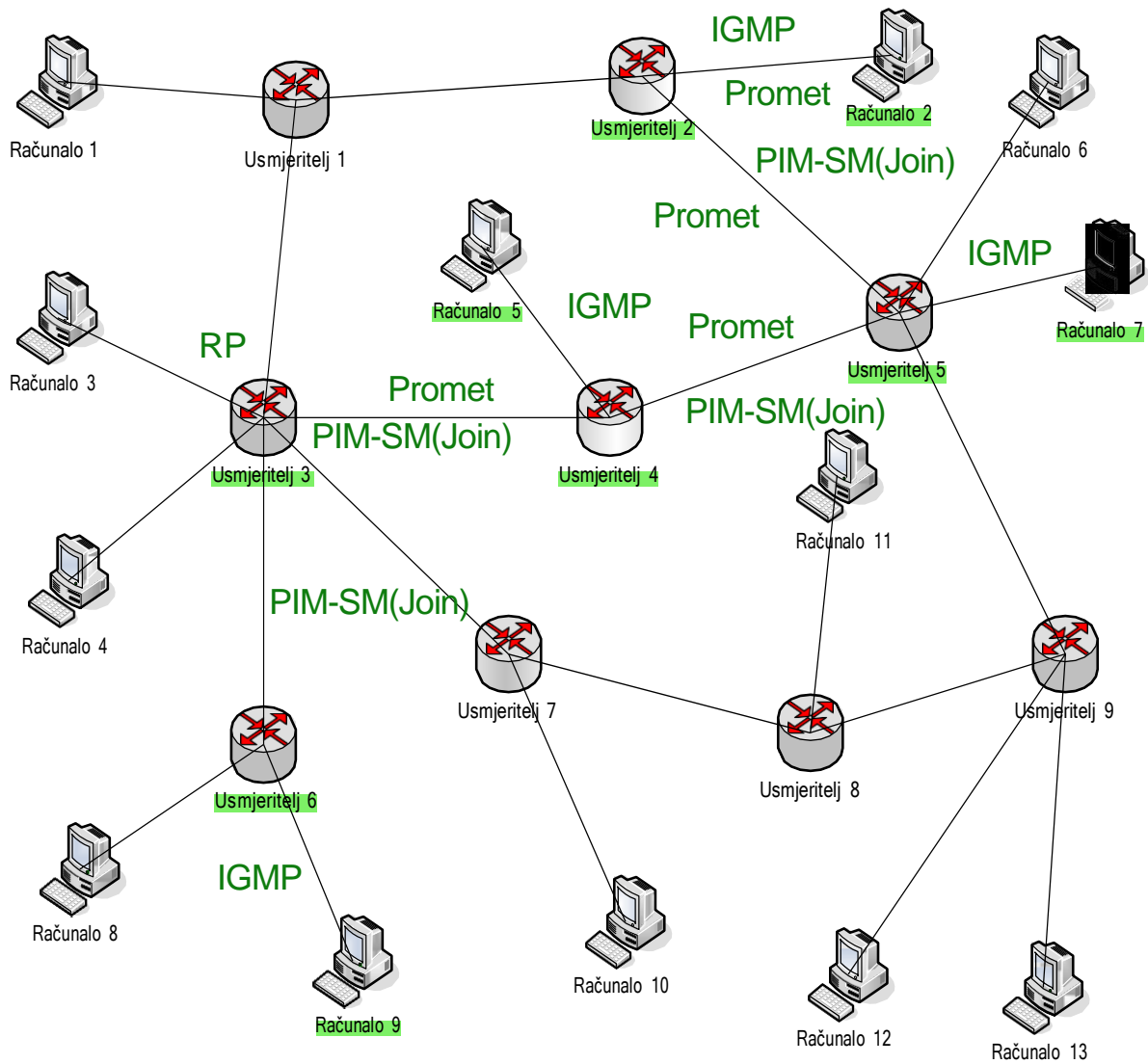
PROVJERI VJEROVATNO JE NESTO KRIVO

Na slici je dan primjer mrežne topologije. Pretpostavimo da računalo 2 ima ulogu **pošiljatelja**, **usmjeritelj 2** ulogu njegovog **odabranog usmjeritelja**, **usmjeritelj 3** ulogu **središnje točke**, računala 5, 7, i 9 imaju uloge **primatelja** višeodredišne skupine, dok su usmjeritelji 4, 5 i 6 njihovi **odabrani usmjeritelji**. Za izgradnju stabla višeodredišnog usmjeravanja koristi se protokol **PIM-SM** (*Protocol Independent Multicast-Sparse Mode*). Pretpostavite da se u mreži koristi protokol jednododređivog usmjeravanja koji koristi broj skokova kao metriku te da su podaci o udaljenosti u skokovima zapisani u tablicama jednododređivog usmjeravanja svih usmjeritelja. Pretpostavite da prvo pošiljatelj počinje slati promet, a tek kasnije se prijavljuju zainteresirani primatelji.

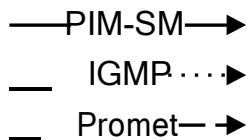
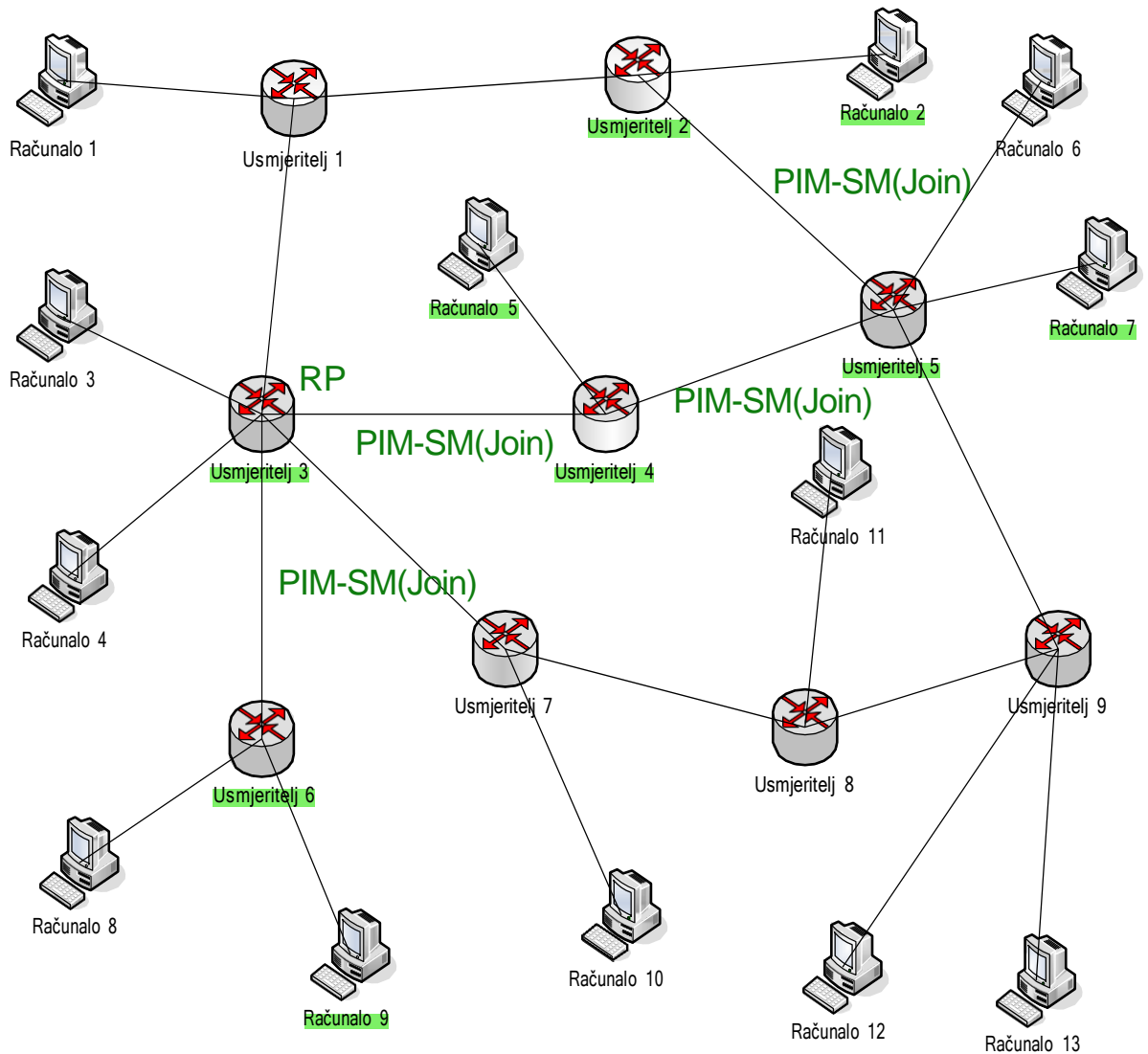
- a) (3 boda) Skicirajte **sljed** poruka (numeriranim strelicama kao na priloženoj slici) koje se šalju prilikom faze zaustavljanja registracije. Za skiciranje **koristite tipove strelica prikazane na legendi!** Za svaku poruku (osim prometa) **naznačite naziv poruke!**



- b) (3 boda) Skicirajte **sljed** poruka (numeriranim strelicama kao na priloženoj slici) koje se šalju prilikom faze izgradnje stabla. Za skiciranje **koristite tipove strelica prikazane na legendi!** Za svaku poruku (osim prometa) **naznačite naziv poruke!**



- c) (3 boda) Skicirajte **sljedi** poruka (numeriranim strelicama kao na priloženoj slici) koje se šalju prilikom faze prelaska na stablo najkraćeg puta. Nakon toga skicirajte sljedi poruka (numeriranim strelicama kao na priloženoj slici) koje se šalju prilikom pridruživanja računala 11 višedrežnoj skupini koje ono inicira. Za skiciranje **koristite tipove strelica prikazane na legendi!** Za svaku poruku (osim prometa) **naznačite naziv poruke!** Može li računalo 11 prijeći na stablo najkraćeg puta te ako je odgovor potvrđan nacrtajte sljedi poruka kojim i ono prelazi na stablo najkraćeg puta.



NIJE BILO DRUGOG PUTA PA NEMA POTREBE NIGDJE  
 SLATI PIM-SM(Prune) ZA ZATVARANJE PUTA

### 3. Protokoli za podršku višemedijske sjednice

Opis višemedijske sjednice dan je u nastavku:

```
v=0
o=jdoe 2890844526 2890842807 IN IP4 10.47.16.5
s=SDP Seminar
i=A Seminar on the session description protocol
u=http://www.example.com/seminars/sdp.pdf
e=j.doe@example.com (Jane Doe)
c=IN IP4 224.2.17.12/127
t=2873397496 2873404696
a=recvonly
m=audio 49170 RTP/AVP 0
m=video 51372 RTP/AVP 99
a=rtpmap:99 h263-1998/90000
```

- a) (2 boda) Navedite obvezne parametre za definiciju sjednice te parametre za opis medija protokolom SDP (*Session Description Protocol*). Zaokružite ih na primjeruopisa sjednice.

**Obavezni:** **V** verzija protokola **O** vlasnik/pokretač sjednice i identifikator sjednice **S** naziv sjednice **t** vrijeme aktivnosti (održavanja) sjednice **VOST**

**Za opis medija:** **m** naziv medija i transportna adresa **i** naslov medija **c** podaci o vezi **a** atributi medija (može ih biti nula ili više) **INAČE ZA MEDIJ I k i b MICA KB**

**Općenito svi parametri (\* ispred neobaveznih):** **V** verzija protokola **O** vlasnik/pokretač sjednice i identifikator sjednice **S** naziv sjednice (\*) **i** podaci o sjednici (\*) **u** Universal Resource Identifier (URI) s opisom (\*) **e** e-mail adresa osobe za kontakt (\*) **p** telefonski broj osobe za kontakt (\*) **c** podaci o vezi (\*) **b** potrebna širina pojasa [kbit/s] **t** vrijeme aktivnosti (održavanja) sjednice (\*) **r** vrijeme ponavljanja (\*) **z** usklađivanje vremenske zone (\*) **k** ključ šifriranja (\*) **a** atributi sjednice (\*) [može ih biti nula ili više] **m** naziv medija i transportna adresa

- b) (2 boda) Navedite medijske objekte definirane ovim opisom sjednice. Objasnite svaki segment definicije pojedinog medijskog objekta (segment je dio vrijednosti parametra, npr. parametar c=IN IP4 224.2.17.12/127 ima sljedeće segmente: IN - Internet; IP4 - IPv4; 224.2.17.12/127 - višedređišna adresa/TTL ).

Ovaj opis sjednice definira dva medijska objekta - audio i video.

Definicija medijskog objekta audio:

m=audio 49170 RTP/AVP 0

Segmenti definicije ovog medijskog objekta su:

- audio - naziv medijskog objekta, što ukazuje da se radi o audio toku podataka
- 49170 – transportna adresa

- RTP/AVP - protokol za prijenos stvarnog vremena i audio vizualni profil, što označava korištenje protokola RTP za prijenos podataka
- 0 - broj vrste audio kodeka, što označava da se koristi **PCMU** kodek (u skladu s standardom RTP)

Definicija medijskog objekta video:

m=video 51372 RTP/AVP 99 a=rtpmap:99 h263-1998/90000

Segmenti definicije ovog medijskog objekta su:

- video - naziv medijskog objekta, što ukazuje da se radi o video toku podataka
- 51372 – transportna adresa
- RTP/AVP - protokol za prijenos stvarnog vremena i audio vizualni profil, što označava korištenje protokola RTP za prijenos podataka
- 99 - broj vrste video kodeka, što označava da se koristi **H.263-1998** kodek (u skladu s standardom RTP)
- a=rtpmap:99 h263-1998/90000 - atribut koji definira RTP mapiranje za H.263-1998 kodiranje s brzinom prijenosa 90.000 bita po sekundi.

c) (1 bod) Kakva je komunikacija ostvarena na temelju ovog SDP opisa s obzirom na smjer? Objasnite.

S obzirom na SDP opis sjednice, komunikacija ostvarena na temelju ovog opisa je jednosmjerna (recvonly).

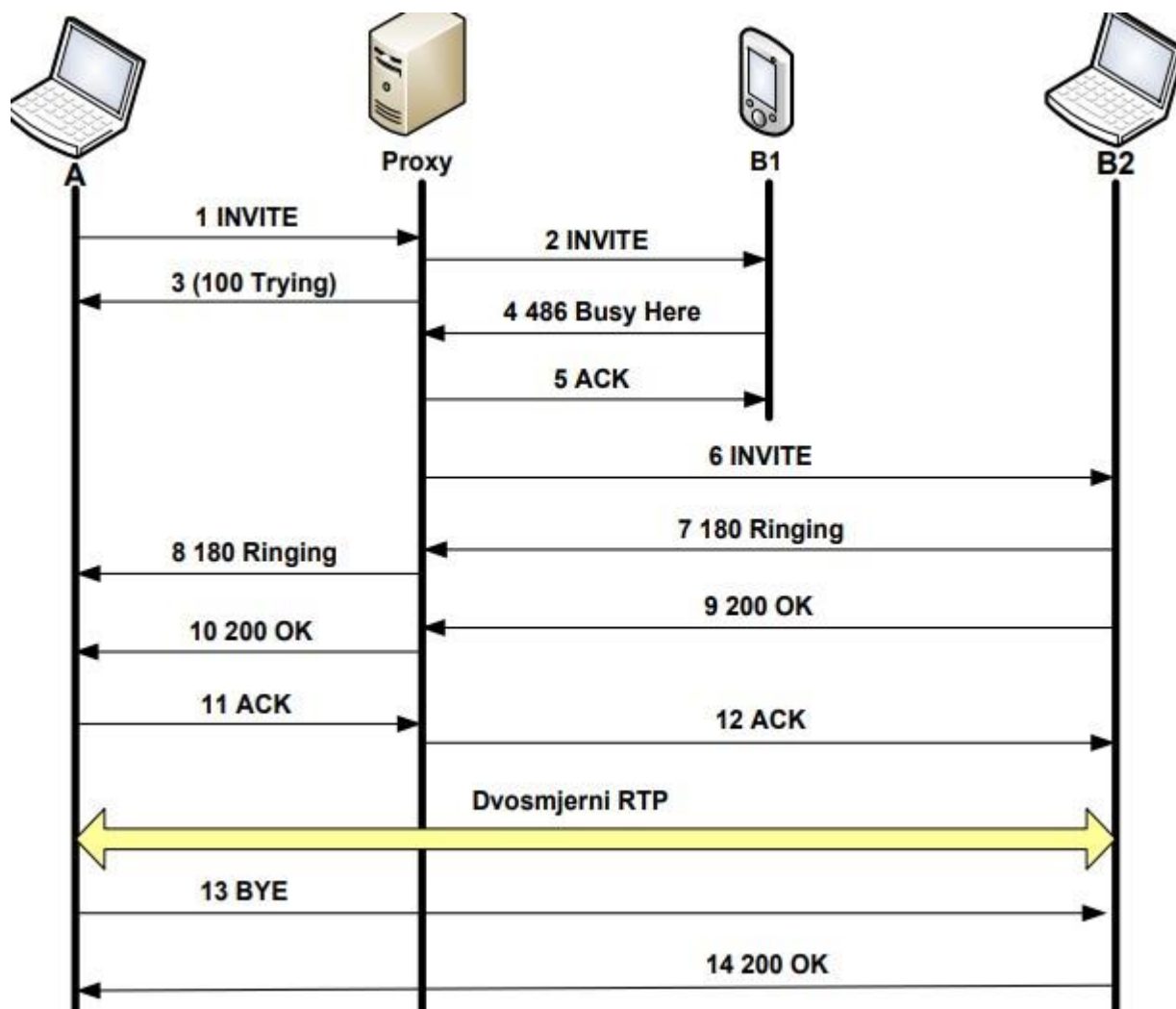
To znači da će primatelj (engl. receiver) moći samo primiti (engl. receive) podatke, dok neće moći slati (engl. send) podatke. U ovom slučaju, primatelj može primiti samo audio i video podatke koji se šalju na određenim portovima i koriste određene kodeke.

Primjerice, ako se radi o seminaru, može se koristiti ova jednosmjerna komunikacija kada govornik prezentira svoje izlaganje putem audio i video streama, a sudionici seminara mogu samo pratiti (engl. listen/watch) govornika, ali ne i slati svoj audio i video tok podataka natrag.



#### 4. Prijenos glasa Internetom (VoIP)

- a) (3 boda) Skicirajte razmjenu poruka prilikom uspostave SIP sjednice prilikom preusmjerenja kod zauzeća uz korištenje posredničkog poslužitelja. Skicirajte i poruke vezane za završetak poziva.



PAZI DA PIŠEŠ BROJEVE!

- b) (2 boda) Navedite osnovnu podjelu SIP poruka i navedite barem dva primjera poruka za svaki tip.

Osnovna podjela na zahtjeve (metode) i odgovore (statusni kod): NAVEA SAM IH SVE



### ZAHTJEVI (METODE)

- INVITE
  - Poziv na sjednicu
- ACK
  - Potvrda, uspješan odgovor
- CANCEL
  - Opoziv zahtjeva
- BYE
  - Završetak poziva ili zahtjeva
- OPTIONS
  - Provjera mogućnosti primatelja
- REGISTER
  - Prijava trenutnog položaja korisnika

### ODGOVORI (STATUSNI KODOVI)

- 1xx: info o statusu poziva
  - npr. 180 "Ringing", 181 "Call is Being Forwarded"
- 2xx: uspješni ishod
  - npr. 200 "OK"
- 3xx: preusmjeravanje
  - npr. 301 "Moved Permanently", 302 "Moved Temporarily"
- 4xx: pogreška klijenta
  - npr. 404 "Not Found", 420 "Bad Extension", 486 "Busy Here"
- 5xx: pogreška poslužitelja
  - npr. 500 "Internal Server Error", 504 "Server Time Out"
- 6xx: globalna pogreška
  - npr. 603 "Decline", 604 "Does Not Exist Anywhere"

c) (1 bod) Ukratko objasnite generički oblik SIP poruke.

zahtjevi i odgovori koriste generički oblik poruke:

- početni redak, sadrži zahtjev ili statusni kod odgovora
- jedno ili više zaglavlja
- prazni redak za odvajanje zaglavlja poruke i opcionalnog tijela poruke
- opcionalni dio poruke – npr. SDP opis sjednice

- d) (2 boda) Objasnite na koji način se vrši modifikacija postojeće SIP sjednice. Koje SIPporuke se pri tome koriste?

šalje se **re-INVITE** s  
novim opisom sjednice  
(novi SDP)  
referencira se postojeći  
dialog  
ukoliko pozvani korisnik  
ne prihvća promjene,  
parametri sjednice  
ostaju nepromjenjeni

Modifikacija postojeće SIP sjednice se vrši slanjem novih SIP poruka s promjenama u zaglavlju, tijelu poruke ili obje. Postoje dvije osnovne metode modifikacije SIP sjednice: Re-INVITE i UPDATE. Re-INVITE se koristi za izmjenu parametara sjednice, a UPDATE se koristi za dodavanje novog medija ili promjenu kapaciteta veze.

## 5. Kvaliteta usluge

- d) (2 boda) Što je to "best-effort" model kvalitete usluge koji se koristi u Internetu? Objasnite karakteristiku tog modela s obzirom na gubitke i kašnjenje.

Best-effort model: mreža će nastojati zadovoljiti korisnikove zahtjeve, ali bez ikakvih garancija da će tražena kvaliteta zaista biti pružena

### "Best-effort" model

posljedica datagramskog načina rada

- komutacija paketa!
- svaki paket usmjerava se neovisno o ostalima
- različito kašnjenje i gubici po različitim putevima

kašnjenje

- propagacijsko kašnjenje (neizbježno!)
- vrijeme čekanja u usmjeriteljima (varira, uglavnom proporcionalno duljini repa čekanja, neovisno o vrsti prometa)
- transmisijsko kašnjenje

kolebanje kašnjenja - razlike u kašnjenju pojedinih paketa

gubici kod zagušenja

- u svakom usmjeritelju datagram ulazi na kraj repa čekanja s FIFO sustavom posluživanja
- kad se rep čekanja napuni, odbacuju se paketi s kraja repa

e) (2 boda) Objasnite metodu raspoređivanja *Weighted Fair Queuing* (WFQ).

WFQ je metoda raspoređivanja paketa u mreži. Koristi se za pravedno dijeljenje propusnosti među korisnicima. Svakom korisniku se dodjeljuje relativni prioritet. Paket se dijeli u rascjepine koje se raspoređuju prema tim prioritetima. Osigurava pravedno dijeljenje mrežnih resursa. Paket se raspoređuje prema težini, a ne po prioritetu dolaska u red čekanja. Proces je pravedan za sve korisnike ili aplikacije u mreži.

f) (2 boda) Navedite i ukratko opišite vrste usluga definirane u okviru Integriranih usluga (IntServ).

TRI SU: USLUGA KONTROLIRANOG OPTEREĆENJA, GARANTIRANA USLUGA I BEST-EFFORT

definirane su dvije vrste usluga, usmjerene prema stvarno-vremenskim primjenama:

- **usluga kontroliranog opterećenja** (*controlled load*)
  - tok podataka ima kvalitetu usluge kakvu bi imao pri malom opterećenju mreže u *best-effort* slučaju
- **garantirana** (*guaranteed*)
  - garantirano kašnjenje (u matematički dokazivim granicama) zbog čekanja u usmjeriteljima i garantirana propusnost s kraja na kraj

koristi se kontrola prihvata i rezervacija u pristupu integriranih usluga, za rezervaciju služi **Resource Reservation Protocol** (RSVP)

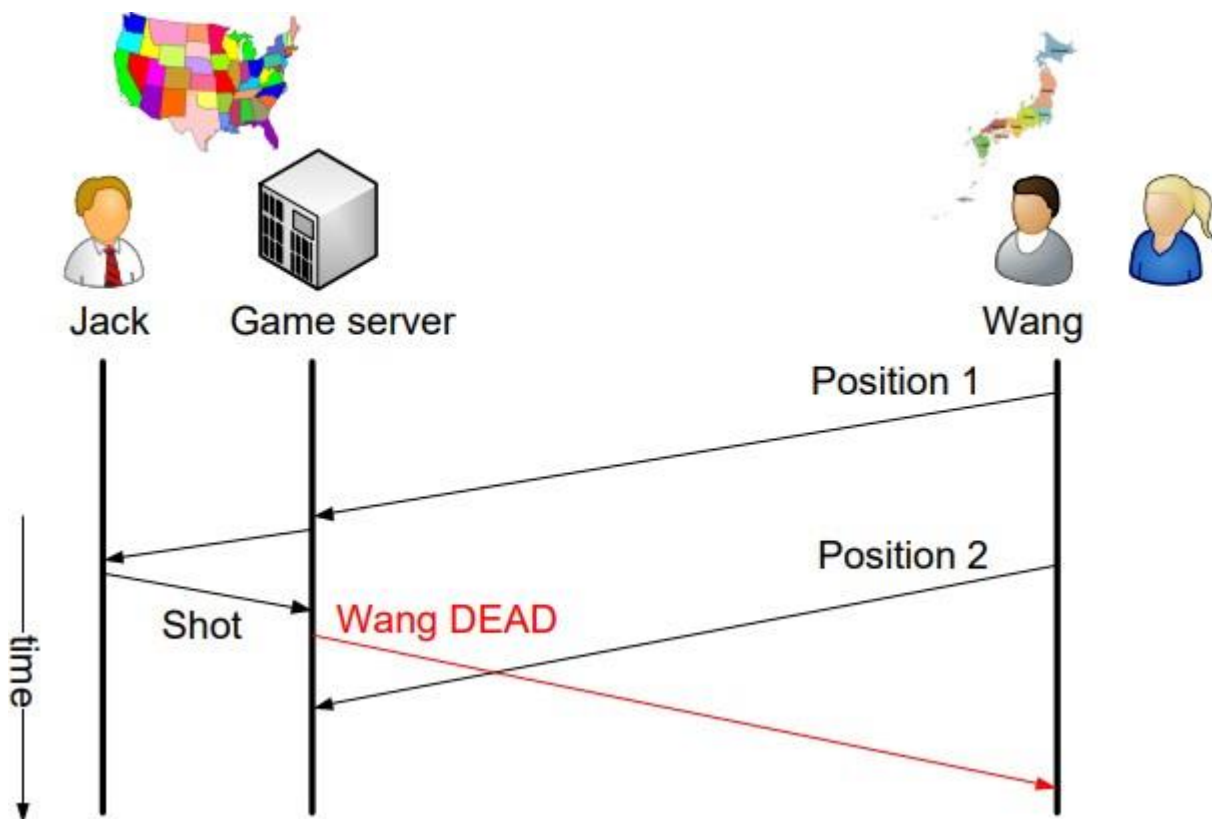
## 6. Višekorisničke umrežene okoline

- a) (2 boda) Skicirajte i ukratko objasnite problem „smrti iza zida“ koji se javlja zbog kašnjenja u igrama koje primjenjuju asinkroni model osvježavanja virtualnog svijeta

Problem "smrti iza zida" (eng. "death behind the wall") odnosi se na situaciju u kojoj igrač umre ili bude ozlijeđen u igri, a da nije vidio ili doživio što se dogodilo. Ovaj problem se najčešće javlja u igrama koje primjenjuju asinkroni model osvježavanja virtualnog svijeta.

Asinkroni model osvježavanja virtualnog svijeta omogućuje igračima da se kreću slobodno u virtualnom svijetu, bez potrebe za čekanjem da se svi objekti u igri ažuriraju u isto vrijeme. Umjesto toga, svaki objekt u igri ažurira se neovisno o drugim objektima.

Međutim, zbog kašnjenja u komunikaciji između igračevog računala i servera koji upravlja virtualnim svijetom, moguće je da igrač ne primijeti promjene koje se događaju iza zida ili zgrade dok se kreće kroz igru. To može dovesti do toga da igrač umre ili bude ozlijeđen od strane neprijatelja ili drugog objekta u igri, a da nije imao priliku reagirati. Kako bi se smanjio ovaj problem, razvojni timovi često primjenjuju različite tehnike poput predikcije kretanja igrača ili uvođenja dodatnih informacija o igračevom okruženju kako bi se osiguralo da igrač uvijek ima potpuni uvid u virtualni svijet igre.





- b) (2 boda) Objasnite sinkroni model distribucije stanja virtualnog svijeta te navedite njegove prednosti i mane. Navedite primjer igre ili tipa igara koja koristi ovaj model.**

Sinkroni model distribucije stanja virtualnog svijeta je model koji se koristi za stvaranje igara ili virtualnih svjetova koji se distribuiraju i ažuriraju na različitim računalima i uređajima u stvarnom vremenu. Ovaj model koristi server koji sadrži sve informacije o stanju virtualnog svijeta, a klijenti koji se povezuju na server dobivaju ažurirane informacije o stanju svijeta u stvarnom vremenu.

Prednosti sinkronog modela distribucije stanja virtualnog svijeta uključuju:

- Mogućnost stvaranja složenih virtualnih svjetova s velikim brojem igrača koji se mogu povezati u stvarnom vremenu.
- Mogućnost ažuriranja virtualnog svijeta u stvarnom vremenu, što omogućuje brže popravljavanje problema i dodavanje novih sadržaja igri.
- Manje opterećenje klijentskih računala i uređaja, jer se veći dio procesa obrade odvija na serveru.

Međutim, nedostaci ovog modela uključuju:

- Potreba za pouzdanim serverom s visokom brzinom internetske veze kako bi se osigurao glatki tijek igre.
- Mogućnost kašnjenja ili prekida veze između klijenta i servera, što može utjecati na doživljaj igre.
- Potreba za velikom količinom podataka koju mora prenositi klijent za dobivanje ažuriranih informacija o stanju virtualnog svijeta.

Primjer igre koja koristi sinkroni model distribucije stanja virtualnog svijeta je World of Warcraft, popularna online igra s tisućama igrača koji se povezuju na jedan ili više servera.

- c) (1 bod) Navedite jedan nedostatak igara u oblaku i obrazložite.**

Igre u oblaku imaju nedostatak u stabilnosti internetske veze. Prekid veze može uzrokovati gubitak napretka ili oštećenje podataka igrača. Troškovi podataka i zahtjevna tehnologija su također česti problemi. Manje kvalitetna računala i mobilni uređaji mogu imati izazove s performansama. Visoka razlučivost zaslona i brzina internetske veze su također potrebni. To može utjecati na doživljaj igre i zadovoljstvo igrača.

- d) (2 boda) Navedite o kojim parametrima vezanim za karakteristike videa ovisi iskustvena kvaliteta kod arhitekture igara u oblaku. Navedite primjer propusnosti koje zahtijevaju igre temeljene na mrežnoj arhitekturi igara u oblaku te primjer propusnosti koje zahtijevaju igre u tradicionalnoj mrežnoj arhitekturi.

Iskustvena kvaliteta videa u arhitekturi igara u oblaku ovisi o sljedećim parametrima:

1. Propusnosti mreže: To je brzina prijenosa podataka koja je potrebna za gledanje videa u stvarnom vremenu bez zastoja i kašnjenja. Što je veća propusnost mreže, to će biti bolja kvaliteta videa.
2. Latenciji: To je vrijeme potrebno za prijenos podataka između klijenta i poslužitelja. Što je manja latencija, to će biti bolja kvaliteta videa.
3. Razlučivosti: To se odnosi na broj piksela u slici. Što je veća razlučivost, to će biti bolja kvaliteta videa.
4. Brzini slike: To je broj slika prikazanih u sekundi. Što je veća brzina slike, to će biti glatkiji video.

Igre temeljene na mrežnoj arhitekturi igara u oblaku zahtijevaju veću propusnost od tradicionalnih igara, jer se slike generiraju na udaljenom poslužitelju i moraju se prenijeti putem mreže klijentu u stvarnom vremenu. Na primjer, igra u oblaku poput Google Stadia zahtijeva brzinu interneta od najmanje 10 Mb/s za 720p video, a 35 Mb/s za 4K video.

Igre u tradicionalnoj mrežnoj arhitekturi, poput većine igara s više igrača, zahtijevaju veću propusnost za prijenos podataka o akcijama igrača na mreži, ali ne trebaju visoku brzinu prijenosa videa. Na primjer, igra poput "Call of Duty" zahtijeva brzinu interneta od najmanje 3 Mb/s za stabilnu igru.