

ZI

Opisna pitanja

### 1. Objasni mrtvu procjenu.

- Na strani svakog čvora koristi se i simulacija i aproksimacija trenutnog stanja
- Aproksimacija je jednostavnija za računanje
- Svaki čvor za vlastite entitete šalje poruke osvježavanja samo ako razlika između simulacije i aproksimacije prijeđe zadani prag
- Svaki čvor radi predikciju (predviđanje) stanja udaljenih entiteta, npr. položaja i orijentacije, na temelju lokalno pohranjene informacije
- Pristup je pogodan za UVO s velikim brojem sudionika
- Algoritam mrtve procjene sastoji se od predikcije i konvergencije
- Uvjet za primjenu metode je (barem djelomična) predvidivost kretanja entiteta kako bi se mogla primijeniti predikcija

### 2. Što je kinetoza? Zašto se pojavljuje?

- skup simptoma koji uključuju mučninu, uzrokovane su ponavljanim kutnim i pravocrtnim ubrzavanjima i usporavanjima

### 3. Kako izgleda izračun stanja virtualnog svijeta?

- Svakih period  $t$  server izračunava novo stanje svijeta na temelju primljenih unosa klijenata
- koliko puta u sekundi se treba izračunati stanje svijeta mjeri se u Hz
- Igre interpoliraju pozicije i stanje virtualnog svijeta između dva osvježanja stanja radi fluidnog prikaza, ali na razini poslužitelja postoje samo stanja izračunata svakog period  $t$
- Brzina prikaza igre na računalu je izražena u broju sličica u sek fps

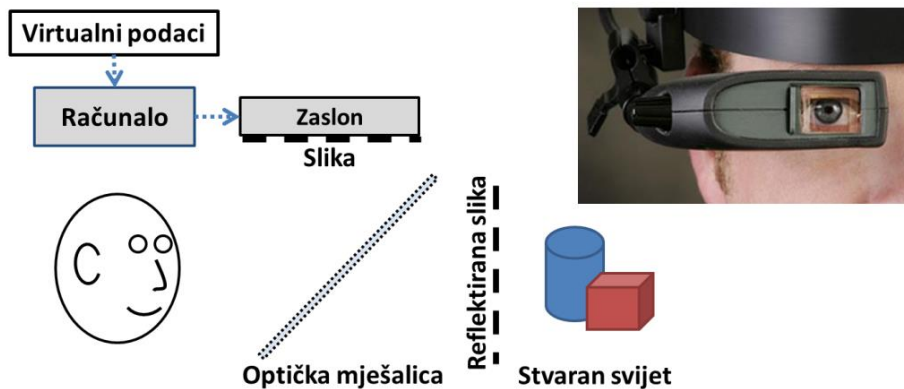
### 3. Kako filtriranje po području interesa (AOIM) utječe na skalabilnost?

- Umjesto eksponencijalnog rasta prometa s brojem korisnika, linearan rast: ključan preduvjet za postojanje modernih UVO s desecima tisuća istovremenih korisnika

### 4. Objasni 3 načina miješanja kod proširene stvarnosti.

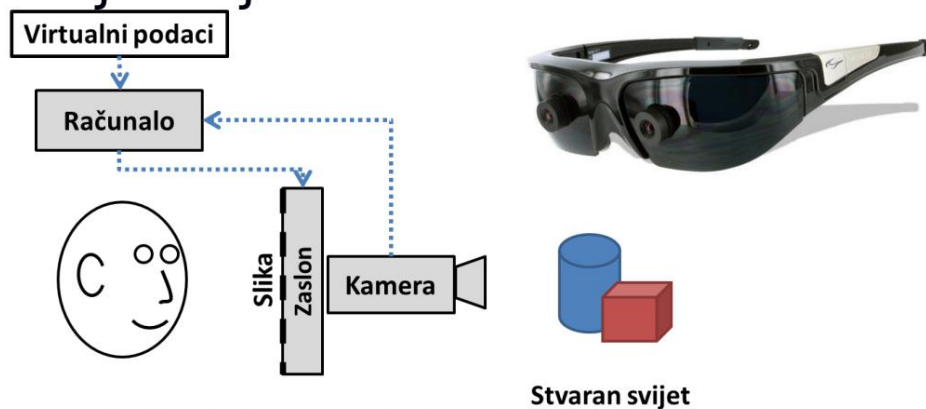
- Miješanje slike:
- Optičko
  - Video
  - Projekcijsko

# Optičko miješanje



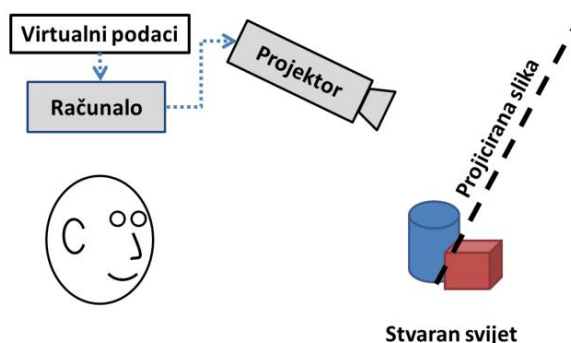
- Optička mješalica (engl. optical combiner) je polu-prozirno ogledalo, tako da korisnik vidi dvije slike
- Po jedan monitor za svako oko – stereo slika
- Prednosti:
  - Bolja vidljivost stvarnog svijeta
  - Lakše
- Mane:
  - Svjetlina – teže koristiti na otvorenom

# Video miješanje



- Nema direktne stvarne slike; video signali stvarnog svijeta (iz kamere) i virtualnog (s računala) se miješaju
- Prednosti:
  - Video se može kontrolirati → mogu se lako kombinirati grafički elementi i video
- Mane:
  - Percepcija stvarnog svijeta je degradirana
  - Kašnjenje – snimanje i prikaz videa uvode određeno kašnjenje u percepciji stvarnog svijeta

# Projekcijsko miješanje



- Virtualna slika se projicira na predmete u stvarnoj okolini
- Složeno za neravne površine
- Problemi osvjetljenja i prekrivanja

## 5. Razlika između igara i virtualnih svjetova.

	<b>Višekorisničke igre</b>	<b>Virtualni svijet</b>
Primjena(Svrha)	primarna svrha je zabava	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Druženje</li> <li>- Virtualna telekonferencija/zajednički rad</li> <li>- Učenje/obuka na daljinu</li> <li>- Virtualni svjetovi za djecu</li> </ul>
Perzistentnost	Kod igara je puno češće iznova stvaranje virtualnog svijeta iz pohranjenih podataka	perzistentni – postoje i mijenjaju se i dok korisnik nije u njima
Mijenjanje 3D svijeta	Igre ne dopuštaju dodavanje novih informacija u svoj klijent	Virtualni svjetovi dopuštaju dodavanje novih slika, tekstura, zvukova, videa i 3D objekata

## 6. Razlika između virtualne i proširene stvarnosti.

- VR je pojam za računalne simulacije kojima je cilj stvoriti osjećaj prisutnosti u virtualnom okruženju.
- AR Proširena stvarnost dodaje virtualne elemente u stvarni svijet na taj način da izgledaju kao dio stvarnog svijeta

-Karakteristike AR: -Kombinira stvarno i virtualno

-Interakcija u realnom vremenu

-Poravnavanje u 3D

## 7. Jesu li specijalni efekti u filmovima proširena stvarnost?

Tehnologija slična AR koristi se često u filmskoj industriji, gdje se stvarne scene snimljene kamerom dodaju virtualni elementi (specijalni efekti). Premda su tehnike vrlo slične, ova se tehnika ne smatra proširenom stvarnošću jer se ne radi interaktivno u stvarnom vremenu.

## ABCD

### 1. Koji dijagram prikazuje korelaciju u podacima kod vizualizacije?

Histogram, pie chart, **scatter plot**, box

### 2. Koliko stupnjeva slobode treba dopustiti ako želimo pratiti kretanje u prostoru i pokrete glave?

3,4,5,6 ???

### 3. Kakve greške kod poravnavanja predstavljaju parametri virtualne kamere?

Pogreške mogu biti statičke i dinamičke

### 4. Kod cloud gaminga, što se uvijek odvija na klijentu?

Interakcija sa virtualnim svijetom i drugim klijentima

???

### 5. Kako biste opisali arhitekturu središnjeg poslužitelja sa zajedničkim podacima?

Središnji repozitorij sadrži sve podatke o zajedničkom stanju UVO, svi čvorovi u svakom trenutku imaju identični pogled na zajedničko stanje, središnji repozitorij nadzire čitanje i pisanje stanja, kao i poredak pri osvježavanju stanja.

### 6. Ako je osvježavanje 10 sličica po sekundi, koliko se vremenski mora slati osvježavanje?

$1/10 \text{ s} = 100\text{ms}$  -> svakih 100ms

### 7. Današnji SLAM funkcionira na principu \_\_\_\_\_ uređaja?

GPS

### 8. koje od sljedećih mehanizama NE koristimo za skalabilnost?

Odgovori nisu bili ponuđeni pa evo ovo i guess...

Parametri koji utječu na skalabilnost:

- ☐ Složenost grafičkog prikaza svijeta i avatara
- ☐ Količina podataka koju generira svijet
- ☐ Obrada ulaza i izlaza

- Odražavanje dinamičkog zajedničkog stanja

## DODATNO

Opisna ista, a neka dodatna ABCD:

Koji se od navedenih mehanizama koristi kod velikog broja korisnika koji dijele zajednički virtualni prostor unutar istog područja?

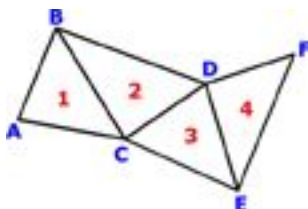
- rastezanje vremena (ovo je točno po meni, Spike433)
- premotavanje vremena
- predikcija kretanja igrača (mislim da je ovo točno)
- vremenski odmak u izračunu stanja nakon dolaska komandi

Koji način kretanja kroz scenu bismo trebali koristiti ako želimo minimizirati vjerojatnost pojave kinetoze kod korisnika prilikom korištenja naše aplikacije u VR-u?

- upravljanje tijelom (ljudski joystick)
- telerpotaciju (mislim da je ovo točno)
- kontinuirano klizno kretanje kroz scenu

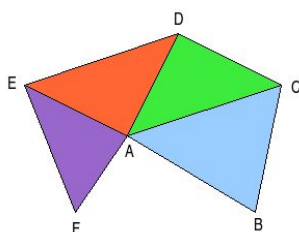
1. **Navedite i opišite tri načina slanja poligona 3D modela u protočni sustav iscrtavanja kojima se postiže bolja učinkovitost u odnosu na slanje svakog poligona zasebno.**

Trake trokuta



Prvi trokut je definiran trima vrhovima (trokut 1 – ABC). Svaki sljedeći trokut nasljeđuje zadnja dva vrha od prethodnog, te je za njega potreban samo jedan dodatni vrh (trokut 2 – AB od prethodnog, novi D). Ukupan broj potrebnih vrhova za M trokuta je 3 za prvi trokut i M-1 a ostale trokute. Za broj trokuta M prosječni broj potrebnih vrhova  $V = (3 + (M - 1)) / (M)$ . Za veliki M,  $V \rightarrow 1$ .

Lepeze trokuta



Lepeze trokuta sastoje se od jednog središnjeg vrha (A) i M vrhova (B, C, D, E, F) koji oko njega tvore lepezu. Prosječan broj vrhova po trokutu je isti kao i kod trake trokuta, no u općenitoj mreži poligona lepeze se pojavljuju rjeđe nego trake. Korisno je koristiti lepeze kada scena sadrži četverokute, peterokute, itd. a potrebno ju je transformirati u trokute.

Mreže trokuta

Najvažnija i najučinkovitija struktura za prikaz 3D geometrije. Moderno sklopovlje je prilagođeno za rad s ovom strukturom. Mreža trokuta je predstavljena skupom vrhova i slijedom indeksa. Podaci koji čine vrh su koordinate koje određuju njegov položaj te niz drugih dodatnih opcionalnih informacija (UV koordinate i slično). Slijed indeksa definira kako su vrhovi međusobno povezani u trokute. Iscrtavanje se radi tako da u sustav pošaljemo vrhove i indekse, a iscrtava se u listu ili traku trokuta (rjeđe i lepezu).

2. **Objasnite osnovnu ideju selektivnog odbacivanja poligona i ukratko opišite barem dvije metode.**

Osnovna ideja selektivnog odbacivanja poligona (culling) je da ne šaljemo kroz cijeli sustav i ne obrađujemo (sjenčamo) SVE poligone koji se nalaze u sceni, već samo one koji su vidljivi iz trenutnog pogleda.

Metode koje se koriste:

- Backface culling
  - U geometrijskoj fazi
  - Odbacuju se poligoni koji su okrenuti od kamere. Pretpostavka je da se oni nalaze s „druge“ strane predmeta pa ih ne treba crtati. Orijentaciju trokuta određuje redoslijed vrhova

- View-frustum culling
  - Odbacuju se svi poligoni koji su izvan projekcijskog volumena
- Portal culling
  - Scena se dijeli na ćelije koje imaju portale/vrata.
  - Rekurzivno se odbacuju dijelovi scene i iscrtavaju se samo vidljivi dijelovi ćelija
- Occlusion culling
  - Koristi se Z-buffer (dubina) kako bi se odbacili prekriveni predmeti (early-Z)

**3. Na kojoj se ideji temelje tehnike razine detalja (LOD)? Objasnite kako nastaje problem skokova (popping) kod diskretnih razina detalja. Kako se on rješava?**

Ideja je da se predmeti koji su udaljeniji od kamere mogu zamijeniti jednostavnijim modelom (manje poligona) bez da korisnik uoči razliku u detaljima radi udaljenosti samog predmeta, a pritom se povećavaju performanse.

Kod diskretnih razina detalja imamo za jedan predmet npr. 3 modela različite detaljnosti. Na različitim granicama udaljenosti predmeta od kamere se učitavaju različiti modeli (udaljenije – manje detaljni modeli). Prilikom prelaska te granice simo-tamo (recimo igrač trza naprijed-natrag) uočljivo je da se događaju promjene modela. To se rješava histerezom – granica za učitavanje manje detaljnog modela nije ista kao i granica na kojoj se taj manje detaljni model natrag zamjenjuje više detaljnim modelom. Problem se dodatno rješava miješanjem razina detalja. Na kratko vrijeme su učitana oba modela predmeta te se između njih izvodi miješanje po prozirnosti (alpha-blending). Moguće je još i napraviti morphing iz jednog modela u drugi ili vršiti eliminaciju bridova kako je predmet sve udaljeniji.

**4. Opišite osnovni princip rada umreženih virtualnih okruženja i navedite neke primjere. Što je to filtriranje prema području interesa (Area Of Interest Management)?**

Korisnik pred sobom ima pogled u virtualno okruženje. Svi podatci koji su potrebni za predstavljanje objekata (modeli, teksture i sl.) se nalaze kod njega lokalno. Na korisnikovom računalu se naravno izvršava u iscrtavanje scene. Međutim, u pozadini se vrši sinkronizacija položaja pomičnih objekata / drugih igrača sa centralnim poslužiteljem. Centralni poslužitelj vrši sinkronizaciju između svih klijenata te im dojavljuje sve potrebne informacije o stanju objekata kako bi ih klijenti mogli prikazati na ispravan način / na ispravnom mjestu.

Npr. kod igre Unreal Tournament igra se Capture The Flag, 5 igrača u jednom timu protiv 5 igrača u drugom timu. Svi su spojeni na zajednički poslužitelj koji od svih igrača prima informacije o njihovim akcijama (micanje, pokupljanje predmeta i slično) te u određenim intervalima sve te informacije šalje svim drugim igračima kako bi oni znali kamo se koji igrač micao. Također se npr. bilježi i svima šalje pozicija svake od zastava, kako bi svi igrači znali koji igrač trenutno nosi zastavu ili je zastava u bazi.

Area Of Interest Management – u velikim online virtualnim okruženjima ne mora svaki igrač u svakom trenutku znati informacije o cijelom svijetu. Neke stvari su možda toliko udaljene da nemaju na njega utjecaja, a vrlo vjerojatno ih niti ne može vidjeti jer su ili iza neke prepreke ili su van projekcijskog volumena. Poruke koje poslužitelj šalje klijentima mogu se filtrirati tako da klijenti dobivaju samo one poruke koje na njih mogu imati utjecaja. Time se smanjuje količina prometa koja se šalje.



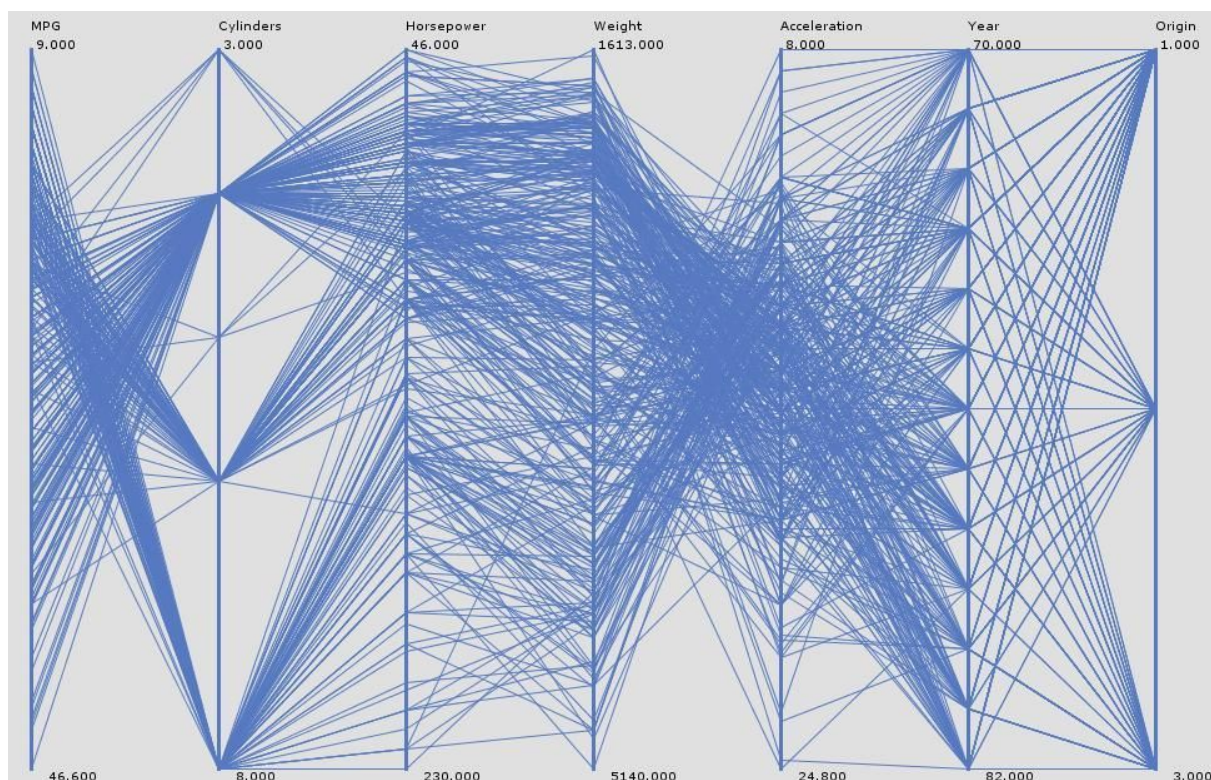
5. **Što je to vizualizacija informacija i kakvim vrstama podataka se bavi? Navedite dva primjera primjene ovog postupka. Spada li primjer dijagrama s točkama (scatter plot) u vizualizaciju informacija ili znanstvenu vizualizaciju?**

Vizualizacija informacija se tradicionalno bavi apstraktnim podacima u n-dimenzionalnom prostoru koji nemaju direktnu vezu s fizičkim prostorom. Primjeri takvih podataka su rezultati upitnika i anketa, podaci o grafovima, podaci o software-u, itd.

Scatter plot spada u vizualizaciju informacija (spominje se u poglavlju 15.4, gdje se govori o vizualizaciji višedimenzionalnih podataka, a to spada u vizualizaciju informacija).

6. **Što su to paralelne koordinate i koji problem rješavaju u kontekstu vizualizacije informacija? Ukratko objasnite na proizvoljnom primjeru skicom.**

Problem koji se javlja kod vizualizacije informacija je višedimenzionalnost, a nama je teško prikazati i shvatiti sve iznad 3 dimenzije. Paralelne koordinate se baziraju na tome da imamo 2D ili 3D sliku koja u dijelovima prikazuje ovisnosti između raznih dimenzija. Ideja je za svaku dimenziju nacrtati jednu vertikalnu OS i onda se vrijednosti jednog zapisa spoje izlomljenom crtom na svim osima.



Primjer sa slike ima 7D podatke o automobilu (potrošnja, broj cilindara, snaga, težina, ubrzanje, godina, zemlja proizvodnje). Iz grafa možemo uočiti neke ovisnosti. Pogledajmo recimo ovisnost između broja cilindara (od 3 do 8) i potrošnje (miles per gallon od 9 do 46.6, viši MPG znači manju potrošnju). Uočimo da auti s manje cilindara (npr. 4, imamo jednu crtu od 4 cilindra sve do 46600MPG, što je mala potrošnja) troše manje (viši MPG) od automobila s više cilindara (npr. 8, imamo jednu crtu od 8 cilindara sve do 9000MPG, što je velika potrošnja).



**7. Što je to proširena stvarnost? Spada li primjer dodavanja specijalnih efekata u scenu snimljenu kamerom u filmskoj industriji u proširenu stvarnost? Što je s primjerom dodavanja 3D reklama na panoe/zidove u TV prijenosu sportskog sadržaja? Objasniti odgovore.**

Proširena stvarnost je sustav koji se sastoji od triju glavnih karakteristika:

- Kombinacija stvarnog svijeta i virtualnih podataka
- Interakcija u stvarnom vremenu
- 3D poravnavanje virtualnog sa stvarnim

Elementi virtualnog svijeta se dodaju u stvarni svijet na način da izgledaju kao dio stvarnog svijeta.

Dodavanje specijalnih efekata u filmove nije AR jer nema interakcije u stvarnom vremenu.

Dodavanje reklama na npr. teren nogometnog igrališta tako da izgleda kao da su reklame pod nogama igrača i tako da se vidi sjena igrača na reklami spada u AR. Jednostavno „lijepljenje“ slike preko ekrana uz nagib bez poravnavanja ne spada u AR. Isto tako, ako su reklame poravnate s panoima uz out-liniju nogometnog terena i ako se poravnavaju s tim pločama kako se kamera miče, to je AR.

**U proširenoj stvarnosti postoje tri načina miješanja slike (koji su usko vezani s prikazom slike): optičko, video i projekcijsko miješanje. Navedite koji od navedenih postupaka miješanja ima sljedećih problema pri izvedbi proširene stvarnosti:**

- **Slika virtualnog svijetla kasni u odnosu na stvarni svijet**
  - KASNI: optičko, projekcijsko
  - kod video miješanja isto kasni ako se ne sinkronizira i kašnjenje samog videa
- **Virtualni objekti ne prekrivaju posve stvarne objekte**
  - optičko, projekcijsko
- **Korisniku je smanjeno vidno polje**
  - video (jer mora gledati kroz ekran)
  - ako se pod „vidno polje“ smatra dio u kojemu je AR, onda i optičko ograničava vidno polje (jer mora gledati kroz zrcalo), međutim nije mu ograničeno vidno polje stvarnog svijeta

**Koju vrstu miješanja koristi sustav proširene stvarnosti na zaslonu u ruci?**

Video miješanje – video slika iz kamere uređaja.

**8. Zašto se javlja problem kauzalnosti kod umreženih virtualnih okruženja? Objasniti algoritam mrtve procjene.**

Problem kauzalnosti je vezan uz uzročno-posljedične događaje. Ako događaj A ovisi o događaju B, konačno stanje sustava će biti drugačije ako se A dogodi prije B ili ako se B dogodi prije A. Kod umreženih VO do tog problema dolazi radi kašnjenja u mreži.

Algoritam mrtve procjene kompenzira gubitak paketa i njihovo kašnjenje tako da za objekte koji miruju pretpostavlja da će i dalje ostati mirovati sve dok ne dobije paket koji javlja da se taj objekt miče. Ako se objekt miče, pretpostavlja se da će se nastaviti micati i dalje jednakom brzinom (ili jednakim momentom). Sinkronizacija se vrši kada algoritam procjene počinje daleko odstupati od stvarnih podataka. Dio koji simulira kretanje je dio predikcije algoritma, a dio koji ispravlja lokaciju nakon primitka nove poruke o izmjeni je dio konvergencije.

**9. Objasni paradigmu petlje kod virtualne stvarnosti. Nabroji 3 ulazna i izlazna uređaja koji se koriste kod VR.**

1. korisnik
2. ulazne jedinice
  - a. senzori položaja/rotacije
    - i. elektromagnetski sljednici (InterSense)
    - ii. akustični sljednici (InterSense)
    - iii. optički sljednici (Microsoft Kinect)
    - iv. mehanički sljednici (MicroScribe)
    - v. inercijski sljednici
  - b. senzori sile/momenta (Spaceball)
  - c. senzori položaja ruke/tijela (CyberGlove)
  - d. senzori pokreta (Sarcos)
3. simulacija
4. izlazne jedinice
  - a. vizualni (razni zaslone)
  - b. zvuk (razni zvučnici/slušalice)
  - c. haptički (vibratori)
  - d. ostalo (vjetar, miris, toplina)

Petlja ide tako da korisnik preko ulaznih jedinica napravi neku akciju (npr. pomak glave). Taj pomak glave se simulira u virtualnom okruženju (npr. translacija, rotacija kamere nakon što je korisnik pomaknuo glavu) te se rezultat simulacije prikazuje korisniku na izlaznoj jedinici (npr. scena iscrtana iz nove pozicije kamere).

**10. Koja je glavna razlika između virtualne i proširene stvarnosti?**

Proširena stvarnost dodaje elemente virtualnog svijeta u stvarni svijet, dok virtualna stvarnost radi samo s elementima virtualnog svijeta (uz podražaje preko ulaznih jedinica). Gotovo sve što je potrebno za ostvariti virtualnu stvarnost je potrebno i za ostvariti proširenu stvarnost.

**11. Objasni optičko, video i projekcijsko miješanje slike kod AR.**

Optičko

Središnji element je poluprozirno zrcalo kroz koje korisnik vidi stvarni svijet, ali također i virtualnu sliku koja je na to zrcalo projicirana. (npr. Google Glass)

Video

Snima se stvarni svijet te se video obrađuje kako bi se pronašli markeri koji se koriste za pozicioniranje virtualnih objekata. Moguće je i bez markera, ali je teže. (npr. AR aplikacije na mobilnim telefonima koje koriste kameru i markere)

Projekcijsko

Na stvarni svijet se projiciraju virtualni predmeti. (npr. zid postaje zaslon osjetljiv na dodir)

**12. Navedi 3 načina modeliranja prikladna za modeliranje ljudskog tijela. Objasni ručno digitaliziranje i fotogrametriju. Što je strukturirano svjetlo?**

- Parametarske plohe
- Razdjelne plohe
- Mreža poligona

Ručno digitaliziranje je postupak prenošenja 3D točaka s fizičkog modela na računalo, čime nastaje 3D model predmeta na računalu.

Fotogrametrija, ili modeliranje zasnovano na slikama, uključuje razne metode dobivanja 3D oblika iz njegovih 2D slika. Često se koriste dvije ortogonalne slike, iz kojih se kombinacijom mjerenja određuju 3D koordinate neke točke.

Strukturirano svjetlo je metoda kod koje se poznati uzorak svjetla projicira na predmet koji se želi digitalizirati, te se iz oblika uzorka svjetla određuju 3D točke modela. Najčešće se koristi projektor koji projicira niz crta na predmet.

**13. Navedi 3 načina modeliranja ljudske glave. Što je to skinning?**

- Ručno digitaliziranje
- Fotogrametrija
- Lasersko skeniranje
- Ručna izrada
- Modifikacija postojećih modela

Skinning je animacija kostiju. Radi se o vrlo popularnoj metodi u 3D animaciji. Simulirane “kosti” se spajaju u određenim točkama s modelom koji se želi animirati te se pokretanjem kostiju pomiče model. Može se primijeniti i na animaciju lica korištenjem većeg broja imaginarnih “kostiju”. U 3D alatima/engineima se to te kosti često zovu “skeletal mesh”.

**14. Objasni problem poravnavanja u AR. Objasni razliku između dinamičkih i statičkih pogrešaka poravnavanja.**

Poravnavanje je središnji i najteži problem proširene stvarnosti. Radi se o tome da je potrebno precizno poravnati stvarne i virtualne predmete, i to ne na zaslonu, nego u 3D prostoru. Dakle, položaj promatrača i svih predmeta u sceni mora biti poznat. Virtualna scena se tada konstruira s koordinatnim sustavom koji točno odgovara koordinatnom sustavu stvarnog svijeta. Na taj način se položaji stvarnih predmeta mogu izravno prenijeti u virtualnu scenu i virtualni predmeti se mogu postaviti u odnosu na njih.

Prilikom poravnavanja može doći do čitavog niza pogrešaka koje rezultiraju krivim položajem virtualnih predmeta u odnosu na stvarne. Pogreške mogu biti statičke i dinamičke.

Statičke pogreške prisutne se stalno, a dinamičke se pojavljuju prilikom gibanja korisnika ili predmeta, a nestaju čim je scena nepomična.

Uzroci statičkih pogrešaka su:

- Greške slijeđenja
- Pogrešni parametri virtualne kamere
- Optičko izobličenje
- Mehaničke nepreciznosti opreme

Dinamička pogreška nastaje zbog kašnjenja virtualne slike. Na ovo kašnjenje utječe više elemenata sustava:

- Postupak slijeđenja
- Prijenos raznih podataka do računala
- Kašnjenje samih mjernih instrumenata (npr. spora kamera / neki drugi senzor)
- Iscrtavanje virtualne slike također unosi kašnjenje (10-100ms, ovisno o brzini 3D sklopovlja)

**15. Koja je razlika između animacije lica na niskoj i visokoj razini? Navedi 3 metode animacije lica na niskoj razini.**

Animacija lica na niskoj razini je pomicanje geometrije lica pomoću skupa parametara. Bitno je odabrati skup parametara koji dobro opisuje lice i koji omogućuju dobro preslikavanje na geometriju lica i omogućuju dobru animaciju.

Animacija lica na visokoj razini je proizvodnja slijeda animacijskih parametara koji tvori animacijsku sekvencu. Tu spadaju ručna produkcija, audio-vizualna sinteza govora, animacija pomoću glasa, lutkarske tehnike i animacija primjerom.

Dakle na niskoj razini proučavamo strukture podataka koje su potrebne za animaciju, a na visokoj razini gledamo kako tim strukturama upravljati / kako mijenjati parametre da bi se postigao željeni efekt animacije.

**16. Navedi glavne razlike između znanstvene vizualizacije i vizualizacije informacije.**

Vizualizacija informacija radi nad n-dimenzionalnim podacima koji nisu nužno direktno vezani uz stvarni svijet. Znanstvena vizualizacija koristi podatke od nekih mjerenja koji se zatim u 2D ili 3D svijetu vizualiziraju (npr. vizualizacija toka zraka kod aerodinamike automobila na temelju mjerenja iz wind-tunnela)

## Prez 5 – Umrezena virtualna okruženja

- Fizički udaljeni korisnici sudjeluju u zajed. virt. Prostoru; svako računalo ima lokalnu kopiju podataka; svaki korisnik upravlja svojim 3D okruženjem; Sve kopije okruženja se međusobno sinkroniziraju putem mreže; korisnici vide jedni druge jer su grafički prikazani u okruženju
- Doživljaji korisnika: Zajedničkog prostora; Zajedničkog prisustva; Zajedničkog vremena; mogućnost komunikacije i interakcije
- Primjena: Virtualni svjetovi – virtualna stvarnost; učenje na daljinu IIIII  
Umrežene višekorisničke igre – zabava
- Razlika igara i virtualnih svjetova: Svrha; Perzistentnost (virtualni svjetovi perzistentni; kod igara puno cesce stvaranje virt svijeta iz podataka); Mijenjanje 3D svijeta (virtualni svjetovi dopustaju dodavanje novih stvari; igre ne)
- Najvažniji mrežni parametri koji utječu na UVO – **PROPUSNOST, KAŠNJENJE, KOLEBANJE KAŠNJENJA, GUBITAK PAKETA**
- Osnovni model UVO – Korisničko sučelje – Obrada/simulacija – mrežni ulaz/izlaz
- Filtriranje prema području interesa – AOIM – Prosljeđuju se samo relevantne poruke; umjesto eksponencijalnog rasta prometa s brojem korisnika – linearan rast
- Arhitektura raspodijeljene apl UVO – 1. Klijent-poslužitelj (vrlo učinkovito; poslužitelj može biti usko grlo) 2. Više poslužitelja (većina dobrih strana od prethodne arh; povećava se kašnjenje) 3. Ravnopravni procesi (peer-to-peer) – direktna komunikacija čvorova
- Jaka konzistentnost (zajednički podaci – ograničena kašnjenjem najsporijeg klijenta); Slaba konzistentnost (replicirani podaci – učestala osvježavanja)
- Središnji repo s zajed podacima – klijent posl uz jaku konzistentnost (+ jednostavan model; garantirana konzistentnost; nema vlasništva nad podacima); (- nepredvidivo koliko će trajati pristup podacima; zamjetna količina dodatne obrade)
- **KAUZALNOST** – Uzročno-posljedični odnos – ne može se uvijek očuvati zbog nepredvidivog kašnjenja u mreži
- Mrtva procjena – Algoritam koji se sastoji od **predikcije (izračun sadašnjeg stanja na temelju prethodnih poruka osvježavanja)** i **kovergencije (korekcija staze dobivene predikcijom na temelju novih poruka - izgladivanje)**; + smanjen promet, podržava velik broj korisnika, otpornost na gubitak paketa, svaki čvor računa algoritam neovisno o drugima; - slaba konzistentnost (nema garancije da će svi čvorovi imati identično stanje istog identiteta), distribuirane simulacije su složene za izvedbu

## P06 – Virtualna stvarnost

- Pojam za računalne simulacije kojima je cilj stvoriti osjećaj prisutnosti korisnika u virtualnom okruženju
- Prisutnost – na određenoj lokaciji; Teleprisutnost – kroz komunikacijski medij; Virtualna prisutnost – u nekoj simuliranoj okolini
- Trokut virtualne stvarnosti – Immersion (uranjanje) – Imagination – Interaction
- Sustav za virtualnu stvarnost – Sony VR, HTC Vive; Oculus Rift
- Uređaji za virtualnu stvarnost: Ulazni (preko njih se informacije prenose od korisnika ka računalnoj simulaciji – senzori pokreta, položaja tijela); Izlazni (iz simulacije korisniku – vizualni, zvučni)
- Mijenjanje kuta gledanja korisnika – 3 stupnja slobode
- Mijenjanje kuta gledanja i kretanje – 6 stupnja slobode
- Senzori pozicije – akcelerometar, žiroskop
- Magnetometar – mjeri mag polje te na temelju njega poziciju
- **KINETOZA – bolest kretanja – normalna pojava tijela kad više osjetnih sustava tijela različito doživljavaju pokret; javlja se prilikom putovanja različitim sredstvima, ali i u virtualnoj stvarnosti (oči nam govore da se krećemo, a tijelo ne); mučnina, glavobolja;**
- **Kod sustava za virtualnu stvarnost – simulacijska bolest (parametri koji utječu su refresh rate, rezolucija ekrana,) – rješenje je TELEPORTIRANJE**

## P07 – Proširena stvarnost – AR

- Preklapanje postojeće stvarne slike s 2D i 3D virtualnim objektima (Pokemon Go)
- Virtualne informacije se postavljaju u stvarni svijet
- Virtualne informacije se registriraju na odgovarajućoj poziciji unutar stvarnog svijeta; registracija se realizira s obzirom na perspektivu osoba u stvarnom svijetu koja se može mijenjati; osobe koje su u AR iskustvu mogu komunicirati s virtualnim informacijama
- Miješanje slike: 1. **OPTIČKO** (korisnik vidi dvije slike preko optičke mješalice – jedan monitor za svako oko) + **bolja vidljivost stvarnog svijeta, lakše; - svjetlina -----** 2. **VIDEO** (nema direktne stvarne slike, video signali iz stvarnog svijeta i s računala se miješaju) + **moгу se lako kombinirati grafički elementi i video; - kašnjenje, percepcija stvarnog svijeta je degradirana-----** 3. **PROJEKCIJSKO MIJEŠANJE** (virtualna slika se projicira na predmete u stvarnoj okolini; složeno za neravne površine)
- Registracija ili poravnanje – poravnanje stvarnih i virtualnih predmeta u 3D; **GLAVNI PROBLEM PROŠIRENE STVARNOSTI**; Potrebna je velika preciznost
- Greške poravnanja: Statičke (optičko izobličenje, nepreciznost opreme)  
Dinamičke (zbog kašnjenja, oko 100ms)
- Slijeđenje – postupak dobivanja pozicije/orijentacije predmeta u stvarnom vremenu; tehnike: aktivne (mehaničke, magnetske, mrežne), pasivne (inercijski senzori), hibridni
- Tipovi markera: pravokutni, kružni, točkasti, abecedni, QR kodovi, infracrveni, ugniježdjeni
- Bezmarkerasto slijeđenje – ne treba prethodno poznavanje prostora; temelji se na korištenju dubinskih kamera – SLAM algoritam

## P06 – Virtualni ljudi

- Razdjelne plohe – omogućuju jednostavnu kontrolu glatkoće dijelova modela
- Mreže poligona – najzastupljenije vrsta prikaza; ogroman broj modela lica
- Oblaci točaka – skup točaka u 3D prostoru; najčešće nastaju 3D skeniranjem
- Modeliranje ljudskog lica: 1. FOTOGRAMETRIJA (metode dobivanja 3D oblika iz 2D slika; često se koriste dvije ortogonalne slike koje se prenose na računalo; često kod igara i filmova) – Poluautomatska obrada slika (automatski ili ručno se biraju karakteristične točke na licu, onda se prenose na univerzalni model lica); Strukturirana svjetlost (projektor projicira na predmet; iz svake crte dobije se krivulja koja predstavlja profil, iz krivulja se određuje reljef predmeta)
- Lasersko skeniranje (Time of flight; Phase shift – na temelju faznog pomaka između odaslanog i reflektiranog signala)
- Ručna izrada – najraširenija metoda, slažu se jednostavni oblici
- Modificiranje postojećih modela: 1. Interpolacija – potrebna je jednaka topologija modela 2. Deformacija univerzalnog modela – novi model je odmah spreman za animaciju 3. Lokalne deformacije – deformiranje dijela modela 4. Statistički modeli populacije – varijacijom parametara lica dobiva se čitava populacija
- Deepfakes – kombinacija deep learning i fake; prikazi koji se sastoje od lica jedne osobe „zalijepljenog“ preko lica druge osobe – prvo se trenira neuronska mreža na stvarnim snimkama osoba; isti enkoder koristi se za obje osobe; PROBLEMI (mogu biti vrlo realistični – krađa identiteta, lažni dokazi)
- Animacija lica (Na niskoj razini – parametrizacija pokreta lica; algoritmi za pomicanje geometrije lica) – (Na visokoj razini – stvaranje animacijske sekvence – vremenski slijed animacijskih parametara niske razine stvara potpunu animacijsku sekvencu)
- Metode na niskoj razini: 1. **INTERPOLACIJA** (najjednostavnije i najkorištenije – iz krajnjih položaja lica interpolacijom se stvara novi položaj) 2. **IZRAVNA PARAMETRIZACIJA** (matematički modeli koji oponašaju stvarne pokrete lica) 3. **PSEUDO-MIŠIĆI** (definicija pojedinih područja lica koja se pokreću odgovarajućim parametrima) 4. **ANIMACIJA KOSTIJU – SKINNING – (Simulirane „kosti“ se spajaju s modelom)**
- Animacija lica na visokoj razini: 1. **RUČNA PRODUKCIJA** (najprimitivnije i najviše vremena, efektivna za završno dotjerivanje) 2. **AUDIO-VIZUALNA SINTEZA GOVORA** (automatska animacija dobivena iz teksta) 3. **ANIMACIJA POMOĆU GLASA** (automatska sinkronizacija usana na postojeći glas; zasniva se na analizi zvuka) 4. **LUTKARSKE TEHNIKE** (koriste se u produkciji filmova; umjesto upravljanja stvarnom lutkom, upravlja se licem na računalo) 5. **ANIMACIJA PRIMJEROM** (Pokreti lica glumca preslikavaju se direktno na virtualno lice – slijeđenje markerom, slijeđenje iz čiste video slike)
- Animacija tijela – zasniva se na pojednostavljenom modelu kostura; Na niskoj razini (veze između kostiju i kože, parametri za pokretanje geometrije lica); Na visokoj razini (stvaranje animacijske sekvence)
- Kostur – služi za upravljanje tijelom – SSG (stupnjevi slobode gibanja) – dobra aproksimacija kostura ima 75 SSG + 60 SSG za obje ruke (2x30); anatomske kostur ima daleko najviše SSG



- Animacija kostima (skinning): RIGGING (proces kreiranja unutarnjeg kostura za neku poligonalnu mrežu); SKINNING (proces vezanja površinske 3D mreže na unutarnji kostur tako da zglobovi mogu imati utjecaj na vrhove mreže; najrašireniji postupak animacije tijela); vrhove poligona obično pomiču jedna ili više kostiju (obično 4)
- Animacije tijela na visokoj razini: SNIMLJENE ANIMACIJE – snimanje ili stvaranje animacijskih sekvenci u svrhu kasnije reprodukcije; PROCEDURALNE ANIMACIJE – Uporaba matematičkih modela koji simuliraju fizikalne zakone i sile; HIBRIDNI PRISTUP – modifikacija snimljenih animacija kako bi se dobile nove animacije; temelj hibridnog pristupa je miješanje pokreta
- Karakteristike hibridnog pristupa: snimljene animacije su spremljene u bazi; - poravnanje u 3D prostoru, pronaci slične sekvence i okvire za miješanje....Rješenja: grafovi pokreta, registracijske krivulje, parametrizirani grafovi pokreta
- Animacija odjeće – vrlo često odjeća se uopće ne simulira kao takva nego postoji jedna površina tijela na kojoj se bojom razlikuje odjeća;
- Animacija kose – kruti model kose; postoje modeli za animaciju kose (sa trakama, sustavi čestica, volumne teksture, simulacija pojedinih vlasi)

## **P10 – Vizualizacija**

- Omogućuje nam uvid u podatke
- Omogućuje ljudima analizu podataka dok još ne znaju što točno ih zanima
- Što – apstraktne podatke; Zašto – Da pojačaju spoznaju; Kako – Vizualnom reprezentacijom
- Ljudski vid – Serijsko procesiranje – slični oblici; Paralelno procesiranje – jedna boja, brzo, pre-pažljivo
- Chart junk – 3D stupčasti grafovi su teži za razumijevanje – treća dimenzija ne dodaje nikakve informacije; dekoracije ili neke druge sličice mogu ometati kod čitanja grafa i otežati interpretaciju grafa
- Infografika – proces dizajna infografike je pričanje priče i nije samo da se vizualizacija podataka treba napraviti oku ugodna
- Zašto interaktivna vizualna analiza: metode čiste vizualizacije nisu dosta za velike i kompleksne podatke; čiste automatske metode rade samo na određenim problemima
- Potvrдна analiza: Start točka: jedna ili više hipoteza o podacima; Proces: ispitivačka orijentacija hipoteza prema cilju; Rezultat: Potvrda ili odbijanje hipoteza
- Transformacija podataka – proces pretvaranja sirovih podataka u tablice podataka
- Chernoff izrazi lica – lako možemo prepoznati razne izraze lica: oblik glave, dužina nosa, lokacija usta, smijeh, širina usta, položaj kut oblik očiju
- Multivariate Data – Star plots (axes/attributes arranged in circle; polylines specify item); Glyphs (visual representation of one item; graphical attributes controlled by multiple data attributes)

## P10 – Volume Visualization

- VolVis – visualization of volume data
- Mapping 3D -> 2D
- Where do the data come from? Medical application; materials testing; simulation
- VolVis challenges: Rendering projection, Large data size, speed
- Slice rendering – 2D presjek 3D volumnih podataka
- Surface rendering – Indirect volume visualization
- Volume rendering – Direct volume visualization
- Slicing – axes-parallel slices; regular grids; without transfer function no color
- Image-order approach – traverse the image pixel-by-pixel and sample the volume
- Object-order approach – traverse the volume, and project to the image plane
- Ray tracing – method from image generation; image-order method;
- Types of combination: First hit; Average – X-ray; MIP – max value;
- Flow visualization – Visualization of change information – typically more than 3 data dimensions
- Where do the data come from: flow simulation, flow measurements, flow models
- Steady (time-independent) flows: flow static over time; Time-dependent (unsteady) flows: flow itself changes over time
- Direct flow visualization: overview on current flow state; visualization of vectors; arrow plots, smearing techniques
- Indirect flow visualization: usage of intermediate representation: vector-field integration over time; visualization of temporal evolution; streamlines; streamsurfaces
- Integration conclusions: analytic determination of streamlines usually not possible; hence: numerical integration; several methods available; Euler – simple, imprecise, esp. With small  $\Delta t$ ; RK – more accurate in higher orders;
- Line Integral Convolution – Flow visualization in 2D or on surfaces; goal: general overview of flow; approach: usage of textures