

6. Organizacija scene

Strukture za organizaciju scene omogućuju brzu projekciju međusobnih, prostornih i drugih odnosa između dijelova scene.

Prstorna organizacija

- predmeti se grupiraju s obzirom na prostornu blizinu te je moguće

brza projekcija njihovih prostornih odnosa

- Hjernarhija obujmica (BVH)

- obujmica je jednostavan geometrijski oblik koji obuhvaća složeniji geometrijski
šup. Služe za apoksimaciju složenog predmeta jednostavnijim predmetom
radi lakoće manipulacije.

- BVH je stablo s k grana u svakom čvoru, a svaki čvor je obujmica.

- Listovi su obujmice pojedinačnih predmeta, a čvorovi obuhvaćaju obujmice sa

- Top Down - imamo korjeni čvor; koji sadrži obujmicu cijele scene. Rekursivno
djelimo scenu

- Ako je scena dinamična i predmet se maleno iz obujmice radi te je onda:

1. mazemo predmet iz hijerarhije

2. ponovo računamo obujmice roditelja

3. ubacujemo predmet u hijerarhiju

- Ako ga gubimo predmeta predviđamo, stavimo ga u vremensku obujmicu

- Popularne obujmice: kugla, elipsoid

kvadrat paraleblan s osima

općeniti kvadar

kanteksna ljoska

- Stabla podjele prostora
- hierarhijske strukture za organizaciju scene koje rekurzivno dijele prostor na poddjelove presjecajućim ravninama podjelu
- BSP stablo - prostor se rekurzivno dijeli na dva dijela nekom ravninom
- prednost u odnosu na BVH - omogućuje vrlo hitro sortiranje geometrije od napred prema nazad u odnosu na kameru
- ima ulogu ubrzavajućeg sortiranja
- Ako ravnina podjeli sjeće predmet visokom: predmet
- 1. dodati na trenutnoj razini stabla
- 2. dodati kadr oba dijelata
- 3. podjeliti na dva predstavljanja
- Prostor se dijeli do zadovoljnog kriterija
- Ciklična primjena osi (2-d stablo) - prostor se dijeli x,y,z
- Koristi se za određivanje u volumenu i smanjenju dubinske složenosti
- BSP stablo paravano s osima
- BSP stablo paravano s poligonima - kao ravnina podjelu
- koristi se ravnina nekog od poligona unutar prostora trenutnog čvora, koristi se kod juha poligona
- Juha poligona - poligoni nisu organizirani u mreže poligona
- Oktalno stablo - isto ko i BSP samo se u svakom kadrku prostor dijeli po 3 osi
- ako os sjeće predmet, on se dodaje u lađe svih dijelata
- BSP i Oktalno nije lako modificirati pa ih je bolje koristiti u statičnim scenama

Graf scene

- hijerarhijska struktura koja omogućuje pohranu čitave virtualne scene sa svim njenim elementima i strukturiran način
- koristi se za: - isrtavanje scene prolazom kroz scenu
animaciju predmeta scene
ubrzavanje isrtavanja odbacivanjem geometrije
- stvara se, ručno, BVH, BSP i Oktalno se stvaraju algoritamski
- različiti vršenjeni graf
- korijenski čvor -> dohvatna točka cijele scene i dijela scene
- razine -> organizaciju scenu u hijerarhiju
 - grupirajući čvor - sadrži jedan ili više čvorova djece
 - transformacijski čvor - grupirajući + moguće transformacije (shaltanje, rotacija...)
 - izbornik - grupirajući + u jednom trenutku je aktivna samo jedan čvor djece
 - razina detalja - izbornik + izbor djeteta se vrati načinu u odgovnosti čvora od hrama
 - pang - automatska orijentacija predmeta prema kamери
- listovi - mreža trakova - najčešćihovitija struktura za pohod geometrije u 3D. grafici
- čvor svjetla - definirani kao zasebni listovi
- kamere - možemo realizirati animaciju kamere
 - možemo imati više kamera u sceni te se prebacivati između
- materijali i teksture - pohranjuju se u zasebnoj listi, čvor ih referira
 - da se smanji broj prouzročena stanja sustava, predmeti se grupiraju po sličnosti materijala i strukture
- prolaz kroz graf scene - normirani rekursivni postupak za obavljanje neke operacije nad svim čvorovima u sceni
 - isrtavanje, test preglede/sudara, traženje elemenata
- obujmice - graf scene može biti hijerarhija obujmica
 - koristi se za odbacivanje geometrije, test sudara/preglede

Organizacija s obzirom na stanje

- grupiranje predmeta koji imaju iste ili slične materijale radi grupnog
- sortiranja
- Smanjuje se broj promjena stanja sustava, bolje performanse

Formati

- služe za pohranu, manipulaciju i prijenos cjelovitosti scene
- zapisuje se: modeli, materijali, svjetla, kamere
- animacije
- strukture za organizaciju scene
- ostali elementi specifični za pojedine primjene
- Vlastični formati - proizvođač ima svoj format usko vezan uz proizvod
- najčešće binarni formati (Maya, Softimage)
- Otvoreni formati - dostupna potpuna dokumentacija Format je prog. podrške
 - FBX, glTF, STL
- Normirani formati - nastaju pod okriljem međunarodnih organizacija ISO, ITC
 - nastaju kroz regulirani i formalni proces koji je otvoren
 - suima, ali i uvaža dosta izdataku (VRML, MPEG4, COLLADA)

9. Detekcija presjeka i sudara

- Detekcija presjeka je skup metoda za ispitivanje sjeća li se 2 geom. elemenata
- Presjek zraka-kugla - uvjetno jednadžbu pravca u jednadžbu kugle i dobijemo kardinath
 - $10 \text{ } 0 \text{ } \emptyset \quad b^2 - c < 0$ - ne sjeće $b^2 - c = 0$ dodiruje $b^2 - c > 0$ - sjeće
 - Presjek zraka-kvadrat - metoda Lurščka - kvadrat je presjek 3 kvadrata, tj. 6 ravnina
 - zraka sjeće svaku kvadratu 2 točke
 - uzimajući najudaljeniju ulaznu točku i najbližu izlazu
 - da $t^{\text{ul}} \geq t^{\text{izl}}$ zraka sjeće kvadrat
 - Presjek zraka-trokut - hancentrčke koordinate - opisuju svaki trokut mrežasta linijama kombinacijom 3 vrhova
 - $T(u,v) = (1-u-v)V_0 + uV_1 + vV_2$
 - uvjetno razas zrake u bar. hor. točke trokuta, aho su $u, v \in [0,1]$
 - zraka sjeće trokut
 - Presjek zraka-polygon - 1. tražimo točku presjeka zrake i ravnine poligona
 - 2. poligon i točku preslikamo u ravninu u kojoj imaju njive površine
 - 3. ispitujemo zraku iz točke u proizvoljnom rujnu, zraka presjeca poligon n puta, aho n neparan točka je u poligona
 - ahoh je n paran točka je izvan poligona
 - Presjek ravnine kvadrat - računamo udaljenost vrhova kvadrata od ravnine, aho su sve udaljenosti istog predznaka ne sječe se
 - optimálno: ispitujemo samo 2 vrha na dijagonali kvadra
 - najbližoj sujemu normali na ravninu
 - Presjek trokut-trokut - 1. računamo udaljenost svih vrhova T₁ do ravnine Π_2 , aho su istog predznaka sigurno ne sječe
 - 2. isto to za T₂ do Π_1
 - 3. pravac L je presjek $\Pi_1 \cap \Pi_2$, nadipresjek T₁ i T₂ sa L, aho se intervali preklapaju imajući sjećanje.

Presjeci obujmica



Presjek kugla-kugla - izračunavamo udaljenost d središta kugli (d) i ako je $r_1 + r_2 > d$, neuna presjeka

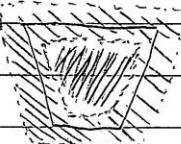
Presjek kugla-kvadrat - usporedimo udaljenost središta kugle od kvadra ^{s polučenom kuglom}.
- ako je opći kvadar, provjeri ga prebacujemo u kvadrat sustav paralelnih osi

Presjek kvadrat-kvadrat, par. s osima - ispitujemo preklapanje po svakoj osi, ako se preklapaju po sve 3 osi, kvadri se sječu.

Presjek kvadrat-kvadrat, opći - teoreme razdvajajuće osi - ako se 2 konveksna poliedra ne sječu, postoji ploha koja ih razdvaja i koja je paralelna s jednou od stranica jednog poliedra

- moramo ispitati sve plohe kandidate
- za svaku plohu uzimamo normalu, na nju projektiramo oba poliedra, ako se projekcije ne preklapaju u to je razdvajajuću plohu. Ako smo prošli kroz sve plohe kandidate i nismo našli razdvajajuću plohu, kvadri se sječu

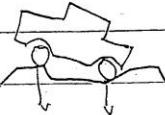
Presjek objektova - proj. volumen - puni test: objekt je izvan proj. volumena
objekt je potpuno unutar proj. volumena
proj. volumen i objekt se sječu



- poređenostranjni test: objekt je izvan proj. volumena
objekt je vjerojatno unutar proj. ^{Vol.}

- povlačimo objektu po rubu proj. volumena s unutarnje i vanjske strane
- ako je središte objektu u ||||| prostoru, objekt je potpuno unutra
- ako je središte objektu u \blacksquare prostoru, objekt je i volumen se sječu
- ako je središte potpuno izvan svega onda je i objekt potpuno izvan proj. volumena

- Presjek kugla - proj. volumen - za svaku stranicu volumena, izračunati udaljenost d od središta kugle do stranice
 - ako je $d > r$ za bilo koju stranicu, kugla je vani
 - ako je $d < r$ za sve stranice, kugla je unutra
 - inače, kugla i proj. volumen se grebu
 - optimizacija: podjelimo proj. volumen na 8 djelova
naredno u koje oktantu se nalazi kugla
ispitujemo samo za 3 ujestro 6 stranica
- Presjek kocke - proj. volumen - isto kao za kugle, samo radimo test ravnine - kocke
 - ili teorem razdvajajuće osi
- Detectacija zidava - metoda više razinе prikoojoj se testovi presjeka koriste za ustanovljavanje suđenja li će predmeti u sceni
 - statička detekcija: provatra se trenutno stanje scene
ne možemo utvrditi smjer gibanja preko zida
 - dinamička detekcija: uzimajući u obzir niz stanja u vremenu i provatra gibanje predmeta
 - kvantni efekt: ako je korek simbolacije k veci od recimo debljine zida d , $k > d$, simbolacija neće detektivati zidan već će predmet "preći" zid
- Aproksimacija predmeta zrakama - postavimo zrake na stratešku mjestu na predmet te računamo udaljenost d od ishodišta zrake do najbližeg presjeka s predmetom u sceni
 - $d = 0$, predmet dotiče podlogu
 - $d < 0$, predmet je prošao kroz podlogu
 - $d > 0$, predmet ne dotiče podlogu



10. Umrežena virtualna okruženja (UVO)

UVO - raspodijeljeni je programski sustav koji korisniku omogućuje prisutnost i sudjelovanje u zajedničkim virtualnim okruženjima s drugim korisnicima te interakciju sa svim okruženjem i predmetima u njemu

- važne odlike - podrška za više istraženih korisnika, interaktivnost i subjektivni događaji
- prijeler: na početku svrjava istu lokalnu kopiju virt. okruženja, kada se na jednom računalu okruženje prijenosi tako se ponekad ostalima koji se onda uključuju

Avatar - grafički prikaz korisnika u virt. okruženju

Karakteristike urežice koje utječu na UVO - kapacitet, propusnost, kašnjenje, koljevanje, kašnjenja i gubici

- visko grlo je obično pristupna urežica

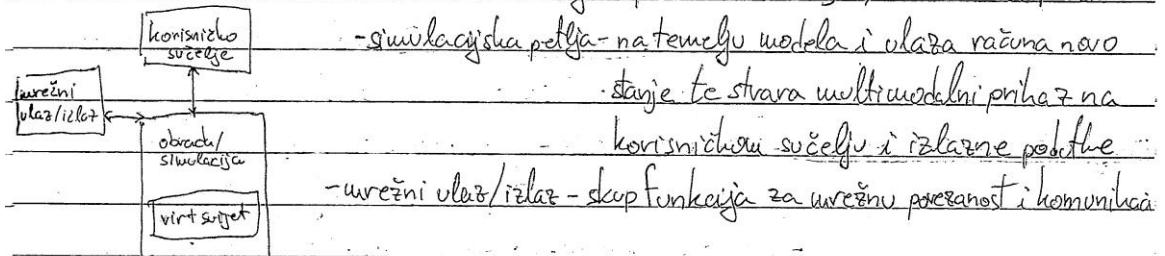
- prihvatljivo kašnjenje 100-200 ms

Best effort - urežica poduzima sve da isporuči korisnikove potrebe, ali ne jamči isporuku

Prilagodljivost veličini - koliko sustav može rasti, a da se ne narasi njegova funkcija

- središnji problem UVO-a

Osnovni model UVO-a - korisničko stvijeće - "prozor" u virt. svijet, sinkronizira potrebe



Upravljanje prema području interesa (AOIM) - suvremenije opterećenje urežice i računala tako da sinkronizacijske poruke šaljemo samo tamo di su potrebne, ne svima.

To je ključni čimbenik koji omogućava rad UVO-a s velikim brojem korisnika

Zajedničko stanje - stanje koje bi dalo vid u sve varijable stanja svih raspodijeljenih instanci UVO-a

Podstavni model - način održavanja zajedničkog stanja konistentnim

- model sa zajedničkim podacima

- model sa repliciranim podacima

- Model sa zajedničkim podacima - podaci o virt. svetu pohranjeni su u jednom reprezitoriju, "bez podatke". Svi programski procesi pojedinih sudionika UV-a rade nad zajedničkim podacima.
- Model sa zajedničkim podacima - centralizirani model - sva komunikacija se odvija preko reprezitorija. Prednosti su kontrola pristupa podataka; konkurentnost i konzistentnost. Manje su slabije skalabilnost i nepredvidljivost trajanja obrade i pristupa.
- centralizirani model može biti izведен: zajednički datotečni sustav koji osigurava konzistenciju, ali je spor ili reprezitorij u memorijskom poslužitelju koji je brzi
- distribuirani model - složeniji i imao problem konzistentnosti
- sa skalabilnošću, ali imao bolju skalabilnost
- Model sa repliciranim podacima - postoji više raspodjeljenih kopija stanja
 - postoji potpuna ili djelomična replikacija
 - smanjen utrožni prostor, ali održiva skalabilnost
 - labava konzistentnost - kada se replika može uskladiti sa sljedećim ponhanjem
- Algoritam mrtve progne: faza prediktacije - izračunava se moguće sljedeće stanje na temelju prethodnih ponih
- faza konvergencije - korekcija prediktacije na temelju novih ponih
- Kausalnost - očuvanje utrožnog posljedičnog odnosa među događajima
- javlja se kod modela s repliciranim podacima

Oblikovanje UV-a - strukturiranje virt prostora - podijeljeni poslužitelji

- jednolična geometrijska struktura
- slobodna geometrijska struktura

- arhitektura UV-a - klijent - poslužitelji

- ravnopravni procesi

- način distribucije posla - jedno određena komunikacija

- višeodređeno razdeljivanje

- izvedba strukture posla

- upravljanje srednicom

- treći zapis stanja

- način uređenog povezivanja

11. Virtualna stvarnost

Virtualna stvarnost - računalne simulacije kojima je cilj stvoriti osjećaj prisutnosti u virtualnom okruženju
- skup tehnologija koje korisnici cranjaju u virtualno okruženje, idealno, korisnik osjeća samo virtualne podatke.

Zatvorena petlja - korisnik \rightarrow ulazne jedinice \rightarrow računalo \rightarrow izlazne jedinice \rightarrow korisnik

Ulagani uređaji - senzor položaja/orientacije (slijednici)

- senzor sile/momenta/sile

- senzor položaja tijela/ruke

- senzor pokreta

Elektromagnetski slijednici - princip odašiljač/prijamnik

- fiksni izvor, senzori prikazuju i šalju konzumu signal

- real time, jestini

- smetaju kablom, mali doseg, osjetljivost na metal

Akustički slijednici - princip odašiljač/prijamnik

- ultrazvuk i zvučnici

- triangulacija - min. 3 fiksna odašiljača

- orijentacija - 3 prijamnika na okvir, služe za izračun orijentacije

- absolutna vrijednost - mjerjenje vremena od odašiljača do prijamnika

- relativna vrijednost - razlika faza odašiljanog i prijamovanog

- niska cijena, doseg

- ne smije biti prepreka, slaba preciznost, ometanje zrcaljenjem

Optički slijednici - veći broj kamera sledi retro-reflektivne markere te dobiva

- 3D položaj markera u prostoru

- vrlo precizno, frekvencija uzorkovanja, veliki broj markera (slijednika)

- skupi, veliki prostor, teška kalibracija

- koristi se za offline filmove i igre

Pravilnik začinjivo

- 1. Mekanički sljednici - konceptualno najjednostavniji
- mehanička konstrukcija s zglobovima
- za sljedenje jednog elementa, povrat sile
- vrlo precizno, frekvencija ozorkovanja
- glouazno, nepraktično
- 2. Inercijski sljednici - ujere ubrzanje i lutno ubrzanje, računaju brzinu i lutnu
- akcelerometri, magnetometri, žroskopni
- 3. Senzori sile/momenta - spaceball
- 4. Senzori položaja ruke - mohavice ujere kut zakreta zglobova
- 5. Senzori paljeta - omogućuju kretanje u mjestu
- 6. Sljednici lica - optički sljednici
- 7. Izlažni uređaji - vizualni, zuk, haptički i ostalo
 - 3D efekt nastaje → prekrivanjem { 2-spremnik
→ sjenama { grafički algoritmi
 - stereoskopska slika - svako oko vidi svoju sliku
 - okularni faktori - fokus, konvergencija
 - perspektiva - dalji predmeti su manji: { virtualna kamera s perspektivnom projekcijom
 - paralaksu - dalji predmeti su sponji
- 8. Stereoskopska slika - zaslon na glavi - svako oko ima drugi zaslon
 - mora biti lagani, vidni kut i rezolucija
 - stereo zaslon - zaslon izvijenje lijevo i desno sliku, a na očale:
 - zatvara lijevo ili desno oko, 20 Hz 1 osoba, 240 Hz 2 osobe max
 - projekcijski sustav - dva projektorja projiciraju dve slike, a na očale
 - filtriraju slike u zasebno oklo, RB, polarizirane način
- 9. Zvuk - transformne funkcije glave (HRTF) = transformacija zvuka od inele lokacije do usiju
- 10. Haptički izlazni - simuliraju dodir/sliku, djeluju ih na: taktilne, povrat sile, precione platforme
 - taktilni vibriraju na dodir
 - povrat sile - vrši sile

Pitanja prije projektiranja sustava - jedan ili više korisnika?

- učinkovitost i široki vidni kut?

- kolika preciznost vida?

- potrebe za mobilnost korisnika?

- kakve operacije korisnik vrši?

Prijenjene VR-a - medicina

- vojne prijenjene

- obrazovanje i obuka

- virtualna baština

- zabava

- dizajn i arhitektura

- marketing

Simulatorска učenjina - učenjina slična morskoj bolesti jer npr.

HMD kapi za poljoprivredu glave

Prijenjene AR-a - medicina

- proizvodnja i održavanje

- arhitektura

- navigacija

- robotika

- vojna tehnologija

- oglašavanje i druge komercijalne surhe

12. Proširena stvarnost

- Proširena stvarnost - dodaje elemente virtualnog okruženja u stvarni svijet te na taj način izgledaju kao dio stvarnog svijeta
- sastoji se od: kombinacije stvarnog svijeta i virtualnih interakcija u stvarnom vremenu
- 3D prikazivanje virtualnog sa stvarnim
- Umanjena stvarnost - brisanje nekog stvarnog predmeta iz vidikova
- Problemi - miješanje slike - optičko ujerenje - poluprozorno ogledalo kroz koje se vidi stvarni svijet, a projicira se virtualni
 - slika je odlična, ne gubi se slike stvarnosti
 - slike lošne, ne mogu se potpuno prekriti stvarnošću
 - visok ujerenje - korisnik vidi ujedno stvarnost i virtualnog načina gledanja
 - neugodno gledanje, rezime očiju mogu biti bolje
 - u slučaju kvara korisnik ne vidi ničo
- projekcijsko ujerenje - virtualni podaci su projicirani direktno u stvarni svijet
 - problem sjenčenja/predvraćanja projekcija
 - problem optičkog osjetljivosti prostorije
- prikaz slike - na glavi - video i optičko ujerenje (HMD)
 - u oku - pomoću lasera i ogledala: crta se slika u oku
 - visoka rezolucija, široki vidni kot, jak kontrast
 - u prostoru - video i optičko ujerenje, potrebno sklopiti glavu
 - u ruci - mobiteli, tableti, vrlo popularno
 - projekcijski prikaz - isključivo projekcijsko ujerenje
- prikupljanje podataka - širok skup tehnologija dobivanja dodatnih podataka za prikaz
 - CT, MRI, ultrazvuk
 - slike dubine - dubina svake točke u slici
 - metode: stereo slike, vreme posla sistema, strukturalno

Problem - poravnanje - srednji i najteži problem AR-a, treba poravnati virtualne predmete sa stvarnim svjetлом

prekrivanje virtualnog predmeta stvarnim predmetom postoji se uaskrivljeno

↳ stvarni predmet se 3D modelira i postavlja u scenu na učinku stvarnog predmeta, kod iscrtavanja predmet se crta bojom pozadine

-slijetanje - postupak dobivanje položaja/orijentacije predmeta u stvarnoj vremenu

-optičko - koristi računalni vid, djele se na slijedjenje s označenim i bez označenih

-slijedjenje s označenim - orijentacija je označena koje onda kamera lako učinju

-slijedjenje bez označenih - lokalizira se kamera u prostoru i stvara se 3D mreža scene

-GPS slijedjenje - položaj korisnika do 1cm preciznosti - mora se kombinirati s ostalim tehnikama

-pogreške poravnajanja - statičke - prisutne stalno

-uzroci: greske slijedenja pogresni parametri virtualne kamere optičko izobličenje mehaničke nepreciznosti opreme

-dinamičke - zbog kretanja virtualne slike

-elastično slijedjenje

prijenos podataka

iscrtavanje slike

13. Interakcija u virtualnom okruženju

- interakcija pravljena scene u stranom vremenu koristjenjem neke ili kombinacije ulaznih jedinica
- odabir - određujemo predmet u sceni skoјim želimo manipulativi
- manipulacija - pomicanje i orientacija predmeta u sceni
- navigacija - proujena položaja kamerice
- Odabir - odabir virtualne rukou - odabir putev direktog sudara predmeta i virt. reprezentacije
- korišnika, kontinuirana detekcija sudara
- Go-Go metoda omogućuje odabir predmeta van dohvata
- stranu udaljenost ruke prenese se na udaljenost virt. ruke putem neke nelinearne funkcije
- odabir pokazivanjem - korisnik definira vektor usmera koji se koristi za detektaciju sudara, kada označimo predmet moramo potvrditi odabir
- metoda odesiljanja zvaka - korisnik pokazuje predmete virt. zvokom koja potječe iz polazniča, ispituje se presjek zvaka i svih elemenata scene
- odabir u ravni slike - korisnik odabire predmet tako da odabire 2D projekciju predmeta, dolinou, gumbom ili uokviravanjem
- mogu se implementirati u GPS-u i ubrzati
- sortiranje na stagi imenca - svaki predmet ima svoje imenice, na vrhu stagi je ime predmeta koji se "sortava" tj. ne sortira se nego "da bi se sorto", u listi su imena svih predmeta i njihovih dubina
- kodiranje bojama - svakom poligonom se dodjeli boja, scena se sortira bez osjetljivosti, ali sa Z spreminjanjem, zahtjeva dodatno sortiranje

- odabir pomoću liste - predmeti se biraju iz liste po sugećem imenu ili kvašnici odabirca
- odabir gvorova - predmeti imaju ime, može se koristiti i za potvrdu odabira

- Manipulacija - manipulacija sa suvremenim stupnjem slobode - fizičke jedinice imaju oglašenu seriju 2 stupnja (mreži, joystick)

- stupnjevi slobode mreža prelazeći se na odbrane stupnjeve slobode predmeta

- ARCBALL - pozicija kursova tretira se kao isotani luk na površini kugle

- odabir koordinatnog sustava - koordinatni sustav predmeta (gibanje predmeta)

- koordinatni sustav roditelja (osim slike strane)

- globalni koordinatni sustav (po gledanju)

- koordinatni sustav kamere - predmet se vidi

paralelno jednako bez obzira s koje strane gledam

- Navigacija - scena u svuci - u koordinatnom sustavu kamere poslužiće se cijela scena

- kamera u svuci - u koordinatnom sustavu kamere poslužiće se kamera, mali horizont

- upravljanje vozilom - upravlja se zauzimanjem vozilom, igre utrka

- hibridne metode usvajanja - kombiniraju vlastite pokrete korisnika i putovanje

usvajanjem kojeg koristi kamera u svuci

- orijentacija u prostoru - ansiuirana karta prostora, ako je 3D onda se zove

"uvjeteni svijet" (WIM) - mali model virt. scene u vidokrugu korisnika, karta je exocentricna

- ograničenja - zabranjana prolaza kroz predmete - ostvaruje se detekcijom sredstava

- ograničenje područja kretanja - festovi koordinata, ograničiti koordinate

- gravitacija i hod po površini - detekcija sredstava s površinom pomoću

zakona prema dolje

- ograničenje orijentacije - potpunim blokiranjem nih stupnjeva slobode