

1. Virtuálna realita, historické nadväznosti, základné pojmy, atribúty a technológie,

avatar

VR = interaktívny systém, vytvárajúci ilúziu neexistujúceho len syntetizovaného priestoru

atribúty: imerzia (pocit že naozaj som v prostredí), percepcia (vnímanie), interakcia

pojmy: VR, fuzzy reality, AR (mixed), CVR/CXR, XR, hyper reality, cyberspace (= virtuálny priestor), avatar

technológie: telerobotika, teleprezentácia, teleriadenie, virtualizovaná realita, MR, AR, enriched reality, augmented virtuality, CVR, metaverzum

avatar = zástupca pozorovateľa vo virtuálnom prostredí

2. Kategorizácia VR systémov podľa úrovne technických prostriedkov a na základe dynamiky pozorovateľa a prostredia

kategorizácia podľa úrovne V/V prvkov: entry, basic, medium, immersive VR

kategorizácia podľa dynamiky prostredia a pozorovateľa: SESO, DESO, SEDO, DEDO(EDSHO/EDMNO)

3. VR systém a jeho podsystémy, interakcia vo VR systémoch

podsystémy: vizualizačný, akustický, statokinematický/kinematický, hmatový, čuchový, ostatné

- interakcia pomocou V/V zariadení (?)

4. X-realita (XR), Hyper-realita, adaptabilita rozhraní XR systémov

XR = cross reality, zjednotenie VR, MR, AR na aplikačnej úrovni

hyper-realita = nad XR, realita a fikcia sa prelínajú tak, že používateľ to nevie rozlíšiť (jaskyna)

adaptabilita = prispôbujú sa používateľovi, prostrediu alebo situácii (auto zmena jasu keď vyjdem s okuliarmi von)

5. Technológia digitálneho dvojčat'a

dvojča = ako keby avatar, ale má iné vlastnosti ktoré vieme pozorovať pri simuláciách - imitácia reálneho objektu pre skúmanie

6. Zmiešaná realita, funkcia systému ZR, klasifikácie ZR

ZR = je oblasť počítačového výskumu zaoberajúca sa kombináciou reálneho sveta a počítačom generovaných dát (virtuálnej reality), kde počítačom generované syntetické objekty sú vmiešavané do reálneho prostredia a naopak, v reálnom čase

charakteristiky ZR: kombinuje reálne a virtuálne prvky, je interaktívna, procesy prebiehajú v reálnom čase, systém pracuje v 3D

klasifikácie ZR:

Milgramovo continuum - os, realita -> AR -> MR -> AV -> virtualita

Mannova klasifikácia - graf, technológia mení naše vnímanie reality, vyjadruje ako je realita technologicky "sprostredkovaná" (mediated)

- augmentácia (pridanie info), modifikácia (zmena reality)

7. Typy ZR a možnosti ich využitia

typy:

podľa vizuálneho vnemu:

- MR s nepriamym sprostredkovaným pohľadom (neprehľadný displej, pozerám cez kameru)
- MR s priamym sprostredkovaným pohľadom (priehľadný displej)

podľa synchronizácie virtuálnej a reálnej scény/objektov:

- systémy s exaktnými značkami (marked systems) - objects marked
- systémy bez (exaktných) značiek (semimarkerless, markerless systems) - item recognition

podľa prostredia: interiérové, exteriérové, kombinované

podľa synchronizácii v priestore:

- enriched reality (pr. menu overlay na smart glasses)
- augmented reality - prvky majú geometrickú väzbu s reálnym svetom (pokémon go)

využitie: výskum, komerčné (hry), armádne pomôcky, medicína, priemysel

8. Proces práce aplikácie ZR, implementácia značkovanej AR

proces aplikácie ZR:

- inicializácia: kamera, predlohy, 3D model
- cyklus: video snímka -> detekcia objektu -> výpočet SSO -> vykreslenie 3D objektu
- ukončenie: vypnutie kamery

-> dá sa paralelizovať (SIMD)

implementácia značkovanej AR:

hľadanie značky -> nájdenie značky (vieme polohu a orientáciu) -> identifikovanie značky -> pozícia a orientácia objektu (na značku) -> zobrazenie 3D objektu v obraze

9. Metódy detekcie v ZR systémoch

SIFT = algoritmus na detekciu príznačkov v obraze, odolný voči zmene mierky, rotácií, jasú a niekedy aj deformáciám

- algoritmus: detekcia extrémov v mieračkovej oblasti -> presná lokalizácia bodov -> určenie orientácie -> vytvorenie deskriptorov

SURF = metóda dokáže popísať obrázok pomocou deskriptorov, rýchlejšia než SIFT ale môže byť menej presná, tiež odolná voči mierke, rotácii atď

- algoritmus: detekcia bodov záujmu -> výpočet orientácie -> popis príznačkov - deskriptory

10. Kolaboratívna XR/VR, definícia, vlastnosti, klasifikácia, typy, využitie

definícia: založený na technológií VR za účelom sprostredkovať spoločne zdieľané virtuálne prostredie medzi viacerými používateľmi **v reálnom čase**.

- rozdiel medzi kolaboratívnou a zdieľanou = kolaboratívna - podanie objektu niekomu, zdieľaná - neviem podať objekt niekomu

vlastnosti

- podpora aktivít s integráciou skupiny používateľov - teams
- zdieľanie virtuálneho kolaboratívneho prostredia - teams meet
- zámer - prednáška
- kombinácia viacerých V/V v reálnom čase
- interaktívna komunikácia v zdieľanom kooperatívnom prostredí

klasifikácia

- účel využitia
 - viacúčelové - dajú sa využiť na hocičo
 - prostredia so špecifickým účelom - technicky kvalitnejšie
- dostupnosť - lokálne/globálne
- konceptie aplikačnej architektúry - peer-to-peer....
- modely konzistencie - centralizovaný, aktívna replikácia....

11. Lokálne a globálne zdieľané systémy

lokálne zdieľané virtuálne prostredia

- rovnaký fyzický priestor
- prístup
 - **centralizovaný** - CAVE
 - **oddelený** - oculus

globálne zdieľané virtuálne prostredia

- implementačne náročnejšie
- využíva internet
- podporuje vzdialenú kolaboráciu a rozsiahle skupiny ľudí
- potrebný avatar - lebo user není fyzicky prítomný

riadenie vizualizácie

- jeden používateľ - lokálne zdieľaných systémoch s centralizovaným prístupom
- každý používateľ - lokálne zdieľaných systémoch s oddeleným prístupom

12. Konceptie aplikačnej architektúry kolaboratívnej XR/VR

klient-server

- server (cloud) - centrálny systém
- veľký nápor výpočtov na server
- klient - obojstranná komunikácia so serverom
- **centralizovaný prístup**

peer-to-peer

- absencia servera
- záťaž na sieťové prepojenie
- menej zabezpečené prostredie - lebo všetko ide cez sieť
- **oddelený prístup**

distribuovaná serverová architektúra

- v popredí kvôli paralelizmu
- primárny server - client-server server
- sekundárny server (servery) - spracovávanie špecifických podsystémov

13. Zdieľané virtuálne prostredia, ich konzistencia a modely

Narušenia konzistencie môžu nastať pri vykonávaní rôznych aktivít v zdieľanom prostredí

modifikácia zdieľaného obsahu - 1 vec chcu 2 ľudia urobiť

modely konzistencie pre virtuálne prostredia

- **centralizované** - zmena od klienta ide na server - update pre každého
- **aktívne replikované** - aktívne updaty aj keď zmena nenastala
- **distribuované** - to isté ako centralizované len viac serverov
- **zdieľanie vlastníctva údajov** - len vlastník vie narábať s objektom
 - akcie vlastníka objektu
 - **získanie**
 - **odovzdanie**
 - **odstúpenie**

14. Vlastníctvo údajov a virtuálnych objektov v systémoch zdieľanej XR/VR, mechanizmy replikácie údajov, objektov a scén

len vlastník vie narábať s objektom

- akcie vlastníka objektu
 - **získanie**
 - **odovzdanie**
 - **odstúpenie**

synchronná replikácia údajov

- vždy je dané čo kto ako robí príslušné veci
- vykoná sa požiadavka - žiadateľ čaká na spätnú odpoveď od systému
- prístup je zvyčajne riadený cyklicky (naprv má user1, potom user2, atď)
- pri prístupe nenastanú prerušenia
- napr. prihlasujem sa do lobby v hre (neovplyvňujem ostatných ľudí v lobby týmto, oni si robia svoje veci)

asynchronná replikácia údajov

- vykonanie súbežných aktivít
- druhy aktivít: pohyb v priestore, zasielanie komunikačných správ
- prístup napr. ako zásobník (FIFO)
- napr. movement - ostatní čakajú kým sa movement vypočíta tiež pre ostatných

15. Interakcia používateľov v systémoch zdieľanej XR/VR a viacpoužívateľský prístup, mechanizmy riadenia, bezpečnosť viacpoužívateľského prístupu..

mechanizmus riadenia interakcie

- **mechanizmus kolaborácie s blokováním viacpoužívateľskej interakcie**
 - 1 používateľ ovláda 1 vec
- **mechanizmus kolaborácie s riadením voľnej interakcie používateľov**
 - používatelia konkurujú o prístup
- **zabezpečenie viacpoužívateľského prístupu**
 - podľa identifikácie usera
 - podľa hierarchie

16. Základné implementačné stupne XR systému

stupne XR systému

- **technické** - hardvér
- **programové** - programy, kód, os
- **ostatné** - nejaké fancy špecifické veci

17. Konceptia distribuovaného systému XR.

distribuované je že to je paralelne

základné moduly

- komunikačný
- úložisko
- synchronizačný
- vizualizácia
- prehrávač zvuku
- údaje z polohových senzorov

záťaž na komunikačný uzol čím viac modulov je

18. Základný návrh XR systému na interakčnej báze, jeho rozhranie a základné koncepcie

základný návrh postavený na interakcii

- flexibilný systém
- **unifikácia**
- **rozhranie ako transformácia**
- interakcia pomocou rozhrania

bázičné koncepcie

- **tesne-viazané, voľne-viazané, kombinované**
- naj podsystém - vizualizačný

19. Proces interakcie v XR systémoch na jednotlivých stupňoch detailnosti.

1. úroveň:

- vychádza zo základného modelu
- sémantická úroveň

2. úroveň:

- vychádza z 1. úrovne
- obsahuje
 - množinu zariadení - hw
 - syntaktickú množinu - funkcia zariadenia
 - sémantickú množinu - kód

3. úroveň detailnosti pre VR

- vychádza z 2. úrovne
- navyše - kombinovať vstupy z viacerých zariadení
- mentálne gesto - kombinácia vstupov

3. úroveň detailnosti pre AR/MR

- AR - viem rekonštruovať scénu
- MR - neviem rekonštruovať scénu
 - zložitejšie oproti AR

20. Konštrukcia voľne viazaných, tesne viazaných a kombinovaných XR systémov

voľne-viazané

- CAVE

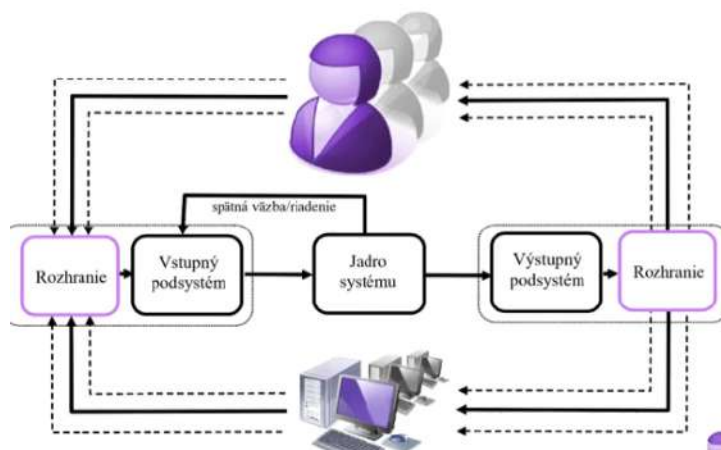
tesne-viazané

- častokrát využívajú HMD
 - majú zabudované výpočtový systém
- podľa typu zobrazovačov
 - zabudované
 - mobil

kombinované

- niektoré časti systému sú voľne-viazané, niektoré sú tesne-viazané

21. Rozhrania XR systémov, rozhranie ako transformácia, bioadaptované a naturálne rozhrania



- input od usera/zariadenie pomocou rozhraní -> preklad do input system -> výpočty v jadre
-> výsledok cez output system -> preklad výstupu na rozhranie

unifikácia = preklad medzi rozhraním a jeho príslušným podsystemom

rozhranie ako transformácia = preklad, kedy sa zachováva/prekladá sémantika

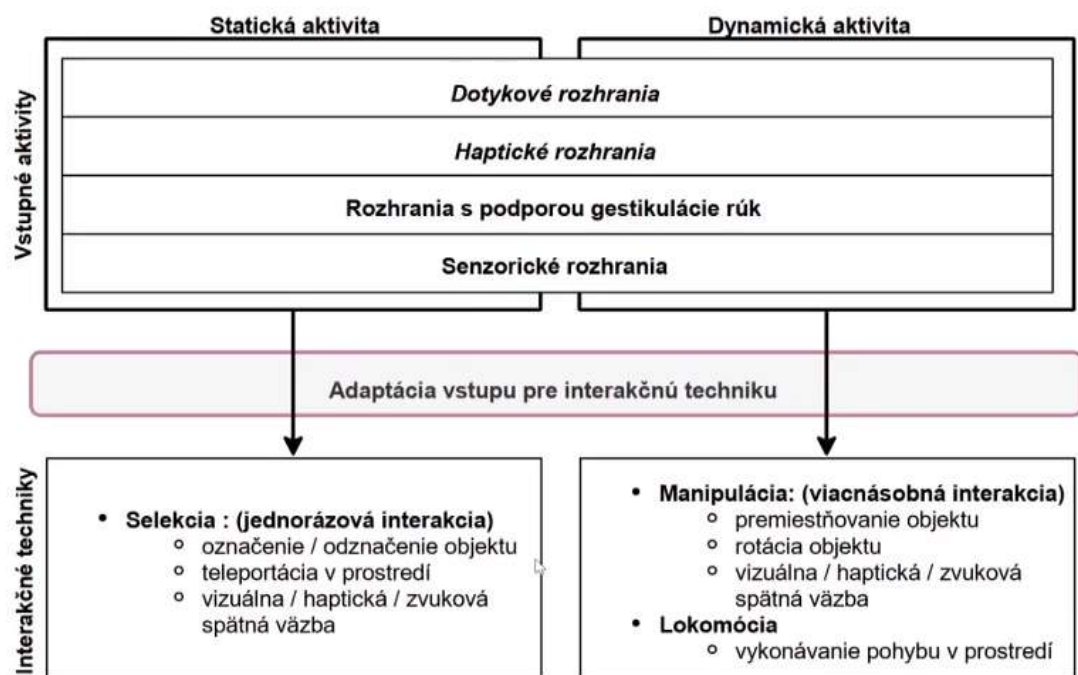
- dôležité sú 3 časti: sémantická množina, množina zariadení a syntaktická množina
- vstup O prejde cez rozhranie R a vyjde ako O'

bioadaptované rozhrania:

- mechanické: mechanické prevodové, mechanicko-gyroskopické, Bowdenové
- indukčné a magnetické
- vibračné a ultrazvukové
- tepelné a piezoelektrické
- infračervené a laserové
- optické a kamerové

naturálne rozhrania = kopírujú ľudské vnemy (vizual, sluch, hmat) - dotykové, hmatové, gestikulácie rúk, atď

22. Adaptívne rozhrania XR systémov a proces adaptácie vstupov a výstupov



adaptívne rozhranie = má schopnosť prispôbiť ovládanie vzhľadom na typ zariadenia/používateľa

- parametricky nastaviteľné, môže obsahovať AI prvky

23. Adaptívne rozhrania XR systémov podľa účelu nasadenia

adaptívne rozhrania = sú kontextovo inteligentné (podľa oblasti integrácie)

- V/V sa adaptuje podľa použitej technológie/zariadenia, podľa hw/sw pod systému
- pr. pri vzdelávaní - rozhranie sa prispôsobí úrovni znalostí (jednoduché UI pre beginners, advanced pre expertov)

24. XR a bio-senzorické rozhrania

Senzorické rozhrania

- pasívne - posielajú dáta
- aktívne - vedia ich spracovať

Senzorické rozhrania **EEG** - ElektroEncefaloGrafia

- snímanie aktivity mozgu používateľa
- podpora ovládania mimickými vzormi
- problém - nejednoznačné vzory, tiež nepresné meranie u ľudí v vlasmi
- dá sa rozpoznať silná a slabá mozgová aktivita

Senzorické rozhrania **EOG**- ElektroOkuloGram

- sníma svalovú aktivitu očí používateľa

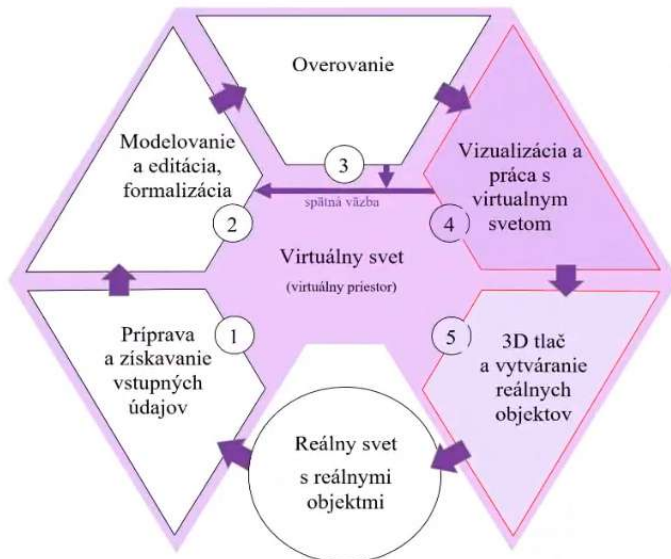


Využitie

- získavanie fyziologických vstupov používateľom
- kontrola fyziologického stavu používateľa
- vysoká adaptivita

25. Virtualizačný reťazec a jeho realizácia, práca s virtuálnym svetom, vizualizačný subsystém, sledovanie polohy, zobrazovacie systémy, 3D tlač a vytváranie reálnych objektov

VIZUALIZÁCIA A VIRTUALIZAČNÝ REŤAZEC



vizualizačný podsystém

Potrebuje mať **Vizualizačné procesné jadro**, ktoré je súčasťou **celkového procesného jadra** VR systému a všetky ostatné podsystémy s nim spolupracujú. Proces je nasledovný

1. vstupuje virtuálny priestor
2. prebehne formalizácia
3. prebehne to cez procesné jadro
4. rasterizácia
5. kompozícia obrazu (rendering)
6. výstupné zariadenie

zobrazovacie systémy sa delia na:

- stereoskopické (pasívne/aktívne/autostereoskopické),
- priestorové displejové,
- holografické,
- projekcia na očnú sieťnicu,
- stimulovanie vizualizačných častí mozgu

3D tlač

- tlačenie 3D objektov ktoré boli vytvorené v nejakom softvéri

26. Vizualizácia, vykresľovanie, vizualizačné jadrá a grafické architektúry

Vizualizácia je proces **transformácie** popisu virtuálneho sveta do výstupného obrazu na zobrazovacom zariadení

Vrstvy vizualizačného procesu

1. Definovanie modelu
2. Transformácia nad objektami

3. Riešenie viditeľnosti
4. Tieňovanie
5. Osvetľovanie
6. Realistické zobrazovanie
7. Kompozícia a Vykresľovanie (rendering)

problém pri VR rozhraniach z hľadiska vizualizácie

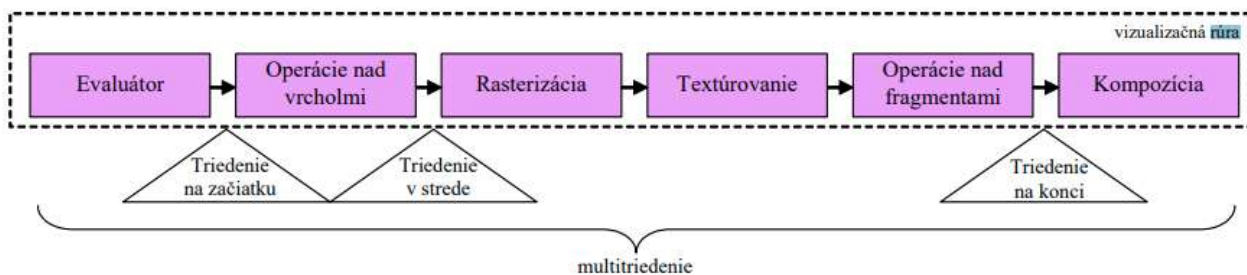
- treba v IRL čase
- treba detailné a treba hneď - bije sa to

Vykresľovanie(rendering) je proces tvorby obrazu pomocou algoritmov alebo tiež oblasť štúdia zaoberajúceho sa syntézou obrazov z modelov sveta vo výpočtovom systéme

grafické architektúry

1. ARCHITEKTÚRA S TRIEDENÍM NA ZAČIATKU - triedenie 3D primitív
2. ARCHITEKTÚRA S TRIEDENÍM V STREDE - triedenie 2D primitív
3. ARCHITEKTÚRA S TRIEDENÍM NA KONCI - triedenie fragmentov
4. ARCHITEKTÚRA S KOMPOZÍCIOU OBRAZU
5. ARCHITEKTÚRA S VIACNÁSOBNÝM TRIEDENÍM

rendering pipeline:



27. Paralelné vykresľovanie (paralelný rendering), koncepcie paralelných algoritmov

Definícia: využitie viac procesných jednotiek pre urýchlenie výpočtu scény

dôvody prečo

- komplexnosť scény
- kvalita výstupného obrazu
- odozva v irl čase

28. Paralelizmus v grafických architektúrach

3 typy paralelizmu

1. funkcionálny
 - a. rozdelené do jednoznačných funkcií
 - b. MISD
 - c. Hurtuk toto čo vrazil s výrobnou linkou
 - d. nevýhoda:
 - i. celková rýchlosť je limitovaná najpomalšou z nich

- ii. limitovaný počet funkčných jednotiek
- 2. údajový
 - a. SIMD
 - b. výsledky sa na konci spájajú - princíp ako CAVE monitory
 - c. rozdelenie do tried
 - i. objektový paralelizmus
 - 1. geometrická transformácia
 - 2. vyradovanie odvrátených primitív
 - 3. výpočty svetelných zdrojov
 - 4. pohľadová transformácia
 - 5. orezanie
 - ii. obrazový paralelizmus
 - 1. výpočet osvetlenia
 - 2. interpolácia
 - 3. kompozícia
 - 4. riešenie viditeľnosti
- 3. časový
 - a. v animovaných filmoch
 - b. veľké výpočty
 - c. viac workerov - rýchlejšie

ich použitie závisí od úlohy, kt. idem riešiť

29. Klasifikácia grafických architektúr a ich porovnanie

1. ARCHITEKTÚRA S TRIEDENÍM NA ZAČIATKU
 - a. triedenie 3D primitív
 - b. uzol, do ktorého uzla primitívum patrí
 - c. uzly potom vykonávajú zvyšok renderovania
 - d. triedenie primitív pred ich transformáciou a rasterizáciou
2. ARCHITEKTÚRA S TRIEDENÍM V STREDE
 - a. triedi 2D primitíva
 - b. rasterizácia sa vykonáva až po triedení
 - c. vyvážené zaťaženia procesorov
 - d. potreba výmeny transformovaných dát medzi uzlami
3. ARCHITEKTÚRA S TRIEDENÍM NA KONCI
 - a. triedi fragmenty
 - b. každý procesor má takmer celú renderovaciu rúru
 - c. všetky uzly počítajú pixely svojej časti scény - potom sa spoja
4. ARCHITEKTÚRA S KOMPOZÍCIOU OBRAZU
 - a. kombinuje pixely až po výpočtoch
 - b. rozdelenie až v procese zobrazenia
5. ARCHITEKTÚRA S VIACNÁSOBNÝM TRIEDENÍM
 - a. umožňuje viacúrovňové triedenie v rôznych fázach rúry

30. Technológia GPGPU - základné pojmy, architektúra, rozvoj, prostriedky

GPU = paralelný prúdový procesor typu SIMD

architektúra GPU = má jadro (jadrá) pre výpočty, pamäťovú hierarchiu (VRAM, cache), riadiace jednotky

rozvoj:

- 1.gen = neprogramovateľné karty GPU, výpočty na CPU a GPU len rasterizáciu
- 2.gen = basics programovateľné na GPU, vertex transformácie a geometrie výpočty na GPU
- 3.gen = zavedenie fragment transformácii, programovanie shading
- 4.gen = plne programovateľné, metajazyky špeci pre GPU
- 5.gen = "unified shader" = programovanie vykonávacích jednotiek

technológie: CUDA, OpenCL, Microsoft

31. Programová implementácia XR systému a jej hierarchia

- data flow/ control flow riadenie
- V/V rozhrania, simulácia riešenej problematiky, vizualizácia, vzťahy medzi objektami, parametre objektov
- slučka interakcie VR systém + virtualizačný reťazec

hierarchia:

1. popis logického jadra - záujmové oblasti, na základe požiadaviek na systém
2. modelovanie VR/XR - spracovanie deskriptívnych prostriedkov do virtuálneho priestoru
3. vizualizácia/simulácia - výsledkom je rozhranie pre komunikáciu medzi človekom a systémom

32. Postup spracovania požiadaviek na XR systém

1. Definovanie oblasti záujmu - aký systém, aké funkcionality, kto bude používať
2. Určenie parametrov - interné/externé (dôležité pri tvorbe virt. dvojčaťa)
3. Otypovanie parametrov - identifikátory, logické hodnoty, číselné hodnoty, množiny hodnôt
4. Definovanie vzťahu medzi parametrami
5. Určenie typov pre vzťahy v systéme - priamoúmerne závislé, nepriamoúmerne závislé alebo podmienené závislé

33. Virtuálny priestor a jeho parametre

virtuálny priestor = entita, v ktorej sa realizuje virtuálny dej

- charakteristika: dimenzia, súradnicová sústava, definičná úroveň (formálny opis, objekty), dynamika

parametre:

- typ dimenzie - celočíselné / neceločíselné, topologická, Hausdorffova, fraktálna atď
- charakter priestoru - translačný, rotačný, kombinovaný
- štruktúra dimenzií - homogénna, heterogénna
- stupeň voľnosti - jednosmerné, obojsmerné

34. Reprezentácia a popis virtuálneho sveta a objektov, elementy, vlastnosti, vzťahy, modely, formalizačné prostriedky opisu virtuálneho sveta

reprezentácia modelovania telies

- hraničná (vrchol, hrana, stena, plocha)
- konštruktívna geometria telies
 - definovaná údajovou štruktúrou stromu - strom tvoria: listy (definujú atomárne elementy tvoriace objekt); uzly (definujú operácie medzi listami); hrany (definujú transformácie medzi listami); koreňom stromu je definovaný celý objekt

reprezentácia objektov a popis:

- 0 points clouds - množina bodov
- 1 wire frame model
- 2 surface model
- 3 solid model

reprezentácia virtuálneho sveta:

virtuálna scéna =

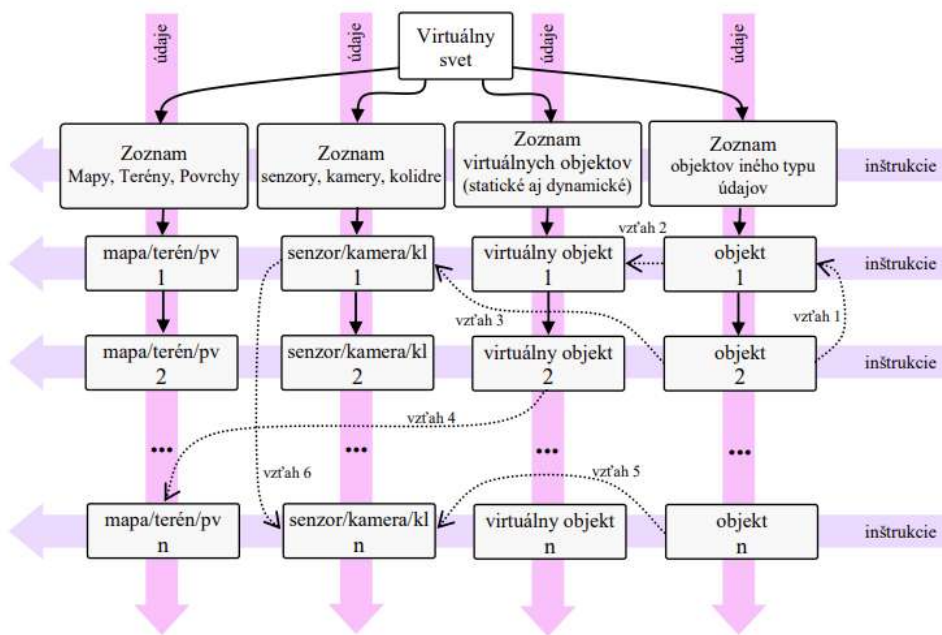
- textúra + farba = materiál
- geometria + materiál = objekt
- kamera + objekt + sveto = scéna

elementy = zoznamy:

- mapy, terény, povrchy
- senzory, kamery, colliders
- virtuálne objekty (statické/dynamické)
- objekty iného typu údajov

vlastnosti = globálne / lokálne, špecifické podľa logického rámca - vizualizačný, akustický, atď

VZŤAHY



prostriedky:

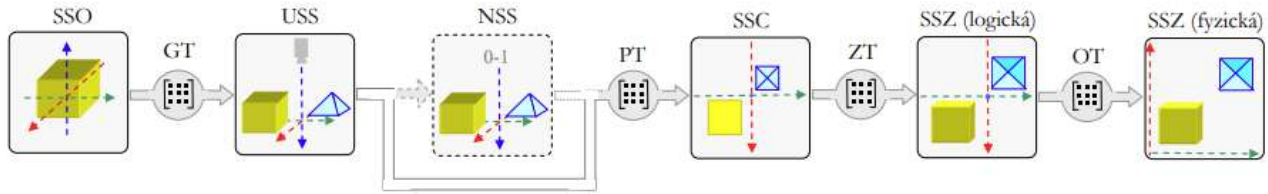
- deskriptívne pre opis virtuálneho priestoru, objektov a scén (VRML, XML, OpenInventor)
- skriptovacie pre popis transformácií virtuálnych priestorov, objektov, scén (RUBY, Python, LUA, XML)

35. Súradnicové sústavy, súradnicové sústavy vyšších rádo, vzťahy priestorov, transformácie

SS vyššieho rádu = disfenoid

súradnicová sústava:

(SSTextury ->) SS objektu -> globálna transformácia -> univerzálna SS -> normalizovaná SS -> pohľadová transformácia -> SS kamery -> zobrazovacia transformácia -> SS zariadenia (logická) -> orezávacia transformácia -> SS zariadenia (fyzická - čo je výsledne na obrazovke)



36. Quaternióny - súradnicový systém, Eulerove uhly, Eulerov teorém, základné pojmy

quaternión definovaný ako komplexné číslo tvorene 4 zložkami:

- číslom popisujúcim veľkosť zmeny mierky;
- číslom popisujúce veľkosť uhla (v stupňoch);
- dve čísla označujúce rovinu, v ktorej sa vektor bude otáčať

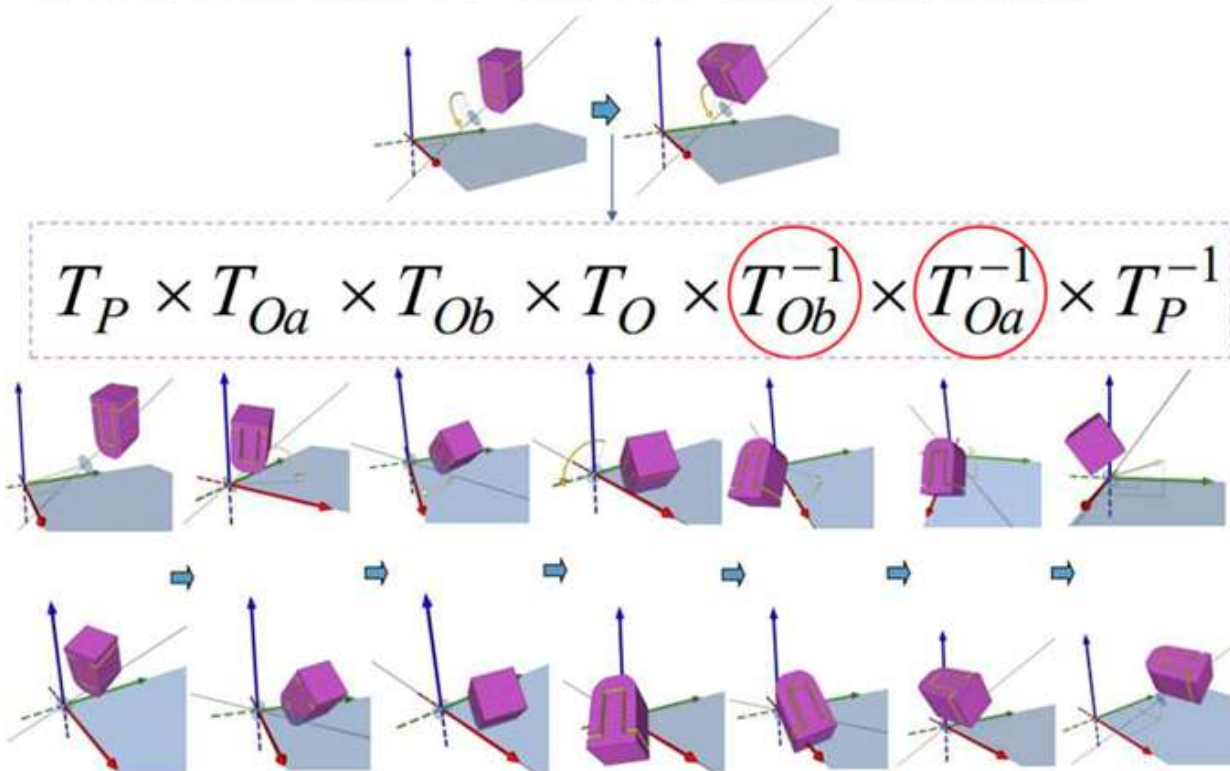
37. Quaternióny a rotácia, rotácia okolo všeobecnej priamky, gimbal lock, definícia

quaternión definovaný ako komplexné číslo tvorene 4 zložkami:

- číslom popisujúcim veľkosť zmeny mierky;
- číslom popisujúce veľkosť uhla (v stupňoch);
- dve čísla označujúce rovinu, v ktorej sa vektor bude otáčať

gimbal lock - existuje postupnosť rotácií, že vo výslednej rotácii stratíme jeden stupeň voľnosti

OTÁČANIE OKOLO VŠEOBECNEJ PRIAMKY



otáčanie okolo priamky videjko (30sec) na pochopenie:

<https://www.youtube.com/watch?v=75o5pmeXUMo>

38. Priestorové zobrazovanie - stereoskopické videnie a jeho proces, vlastnosti oka, rozlišovacia schopnosť, zorné pole, akomodácia a konvergencia, faktory priestorového videnia

Stereoskopické videnie je videnie kde každé z dvoch očí poskytuje obraz, ktoré potom mozog spracuje a tak vnímame nielen 2D obraz ale aj hĺbku obrazu.

(Multiskopia je videnie, ktoré používa viac pohľadov ako dve.)

vlastnosti oka: rozlišovacia schopnosť a zorné pole

rozlišovacia schopnosť = schopnosť vnímať dva body ako oddelené - rozpoznávanie detailov v priestore

zorné pole = cone of vision(cca 180° pre zdravého človeka), delenie:

- centrálna časť (60° obe oči dokopy)
- blízke/stredné periférne videnie (90°)
- periférne videnie (140°)

akomodácia = automatické prispôbenie oka pri zmene jasú, vzdialenosti

konvergencia = pohyb očí smerom k sebe(na blízko)/od seba(do diaľky), keď pozeráme na rôzne vzdialené objekty (30cm do 220m)

Faktory priestorového zobrazovania

- **2D náznaky (2D cues)** sú vizuálne efekty, ktoré vytvárajú dojem vzdialenosti objektu od pozorovateľa. napr. tieňovanie a prekrytie objektov (viditeľnosť, alfa).
- **Pohybová paralaxa (motion parallax)** je možnosť pozorovať scénu z rôznych pohľadov.
- **Lineárna paralaxa nekonečna (LPN)** určuje maximálne posunutie oboch obrazov, t.j. vzájomné posunutie objektov v jednom a druhom zobrazovacom poli bude menšie alebo rovné LPN, a to tak, že s narastajúcou vzdialenosťou od objektívov kamier (očí) sa toto posunutie znižuje.
- **Binokulárna disparita** (binocular disparity) obrazy videné očami sú posunuté/odlišné.
- **2,5D(Dva a pol D) projekcia** 2D obrázky zachycujúce 3D scénu, rešpektuje iba 2D náznaky.

39. Priestorové zobrazovanie - technológie stereoskopického a priestorového zobrazovania, KPI FEI TU Košice Systémy virtuálnej reality 2

- Anaglyfy
- Stereogram
- Datové prilby a VR headsety
- Prizmova mriežka
- Lentikulárny raster
- Holografia
- Riadenie hĺbkovou mapou
- 3D led displeje
- Volumetrické zobrazovanie
 3. Obrazovkou
 4. Laserom
- Holografia
- 3D tlač ako výstupná technológia

40. Stereogramy

Stereogramy využívajú **binokulárnu disparitu** spolu so schopnosťou mozgu rozpoznávať drobné rozdiely medzi nimi. Vďaka tomu je v mozgu vytváraná **ilúzia trojrozmerného (3D) povrchu**.

Na správne generovanie stereogramu treba **hĺbkovú mapu obrazu** alebo **mapu skrytých hrán alebo povrchov**, ktoré určujú priestorové rozloženie objektov.

41. Stereoskopia – anaglyfické zobrazenie

Anaglyf je založený na farebnej separácii RGB farebnom priestore pre každé oko zvlášť.

Typy : **Podľa vlastností výstupu**

- Farebné
- V odtieňoch šedej

Typy: **Podľa použitých zložiek**

- **Red-Cyan(Green+Blue)** Najčastejšie používaný typ.
- Red-Green
- Red-Blue
- Yellow(Red+Green)-Blue

42. Stereoskopia – polarizácia, infitec, autostereoskopia

Polarizácia je usmernenie kmitania svetelných vln. V 3D zobrazovaní sa využíva tak, že **každé oko vidí iný obraz** – pomocou **polarizačných filtrov**

Typy polarizácie

- Lineárna
- Kruhová
- Eliptická

Infitec (technológiu sme videli v Zvolene)

Infitec je pokročilá 3D technológia využívajúca interferenčné filtre na presné rozdelenie farieb pre každé oko. Umožňuje takmer verné farby, no vyžaduje špeciálne okuliare a drahé vybavenie.

Dátové prilby a VR headsety

Oculus, HoloLens, Meta...

Dátové prilby majú výpočtovú techniku už v prilbe samotnej.

Autostereoskopia

Je to technológia, ktorá sa venuje zobrazovaniu 3D obrazu bez použitia pomocných zariadení.

typy:

- Bez aktívnej masky
- S prizmovou mriežkou
- Pomocou šošovkového rastra
- Pomocou riadenia s aktívnou maskou

Autostereoskopický displej bez aktívnej masky

Výhody- Nevyžaduje okuliare a iné pomôcky

Nevýhody - Len pre nízky počet pozorovateľov

Prizmová mriežka - Je to štandardná mriežka nad displejom, do ktorej sú diery vyvŕtané takým spôsobom, aby sme jedným okom videli len pravé stĺpce a druhým len ľavé stĺpce.

Lentikulárny raster - využíva sústavu malých šošoviek usporiadaných v mriežke, ktoré rozdeľujú obraz pre ľavé a pravé oko.

Riadenie s hĺbkovou mapou - využíva **hĺbkovú mapu (depth map)** – teda 2D obraz doplnený o informácie o vzdialenosti každého bodu od pozorovateľa.

Riadenie s aktívnou maskou - kamera rozpoznáva smer pohľadu na displej a, vypočíta polohu očí. Potom určí, ako bude riadiaca maska preložená cez displej, aby prepúšťala ľavý a pravý obraz.

43. Priestorové zobrazovanie – hĺbkový vnem, problémy zobrazovania v datových prilbách, stereoskopická súradnicová sústava, virtuálne kamery

Hĺbkový vnem - Človek priestorovo vníma v rozmedzí 0,3 m – 220 m pri vzdialenosti očí okolo 65 mm a nulovej rýchlosti voči okolitému prostrediu. So zvyšujúcou sa rýchlosťou sa interval skracuje.

Problém konvergenzie a akomodácie pri použití dátových prilieb - Pixelizácia je problém, kde začneme vnímať jednotlivé pixely displejov.

Stereoskopická súradnicová sústava- Je priestorový súradnicový systém, v ktorom sa definujú pozície a smery pohľadu dvoch virtuálnych kamier.

Virtuálne kamery- V 3D grafike sú to simulované pohľady do scény – každé „oko“ má svoju vlastnú kameru

44. Stereoskopické zobrazovacie systémy

Podľa umiestnenia zdroja

- Priama
- Spätná

Podľa spôsobu vytvárania efektu

- Pasívny (anaglyfy, stereogramy)
- Aktívny prepína sa frame by frame obraz pre ľavé a prave oko a okuliare striedavo prepustajú obraz do praveho a ľaveho oka.

45. Kolízie vo virtuálnych scénach, typy kolíznych senzorov, modely kolíznych objektov, dôvody riešenia kolízií

Typy kolízií vo virtuálnych scénach

- **Kolízia medzi avatarom (kamerou) a virtuálnym svetom** – to je najčastejšie
- **Kolízia medzi avatarom a dynamickými objektmi**
- **Kolízie medzi avatarom** – zriedkavé
- **Kolízie medzi dynamickými virtuálnymi objektmi a virtuálnou scénou** (príklad: schopnosť hýbať kocky v hre Portal)
- **Kolízie medzi dynamickými virtuálnymi objektmi**

Niekedy sa kolízie nepočítajú priamo modelom avatara alebo objektu, ale colliderom, čo je jednoduchší tvar.

Dôvody riešenia kolízií

- Detekcia kolízie a následné zastavenie pohybu
- Detekcia pohybu a následná zmena trajektórie pohybu
- Aby sa neprechádzalo kamerou cez objekty scény
- Využíva sa pri senzorickom systéme na vykreslenie textu na obrazovku pri vstupe do senzorickej oblasti

46. Detekcia kolízie, algoritmy detekcie kolízie, fázy detekcie kolízie

Detekciu kolízie delíme na 4 atribúty:

- Vznik kolízie – indikácia
- Forma kolízie
- Objekty kolízie
- Čas kolízie

Reakcia na kolíziu:

- Správanie sa objektov podľa fyzikálnych zákonov
- Deformácia objektov
- Animačné efekty

Algoritmy detekcie kolízie

Podľa reprezentácie kolízie:

- **Detekčné** – je len **true** alebo **false** a hovoria nám, či bola, alebo nebola kolízia detekovaná.
- **Určujúce** – majú **true** a **false** hodnotu, ale vracajú aj ďalšie informácie, napríklad kde došlo ku kolízii.

Podľa počtu objektov, ktoré sa vyskytujú pri výpočte detekcie kolízie:

- **N-body systém** – výpočet detekcie sa robí naraz so všetkými pohybujúcimi sa objektmi a zisťuje sa čas, kedy ku kolízii dôjde pri známej rýchlosti objektov.
- **2-body systém** – výpočet sa robí len s dvoma objektmi, bez ohľadu na to, či sa objekty pohybujú alebo nie. A niekedy proste dlho bude trvať, kým sa zistí, čo s čím sa zrazilo.

Najčastejšie sa používa **N-body systém**.

Fázy detekcie kolízie

Častokrát nie sú naplnené všetky fázy – závisí to od typu colliderov, detekcie a podobne, ale približne detekcia kolízie vyzerá nejako takto: **NEMAZ TOTO Z TADIAL DOLEŽITE!!!!**

- Výber objektov na detekciu kolízie
- Utriedenie objektov na detekciu kolízie, vybratie vhodného algoritmu
- Použitie vhodného algoritmu detekcie kolízie

- Test vylúčenia
- Výpočet kolízie medzi objektmi
- Indikácia kolízie medzi objektmi

47. Algoritmy riešenia kolízií vo virtuálnych scénach

Typy algoritmov riešenia kolízií

Hierarchia ohraničujúcich gúľ (BSH – *Bounding Spheres Hierarchy*) – Pozostáva iba z hierarchie ohraničujúcich gúľ (každá guľa je definovaná stredom a polomerom). Kolízia objektov sa zistí, ak je vzdialenosť medzi dvoma stredmi gúľ kratšia ako súčet ich polomerov

Osovo-orientované ohraničujúce kvádre (AABB – *Axis Aligned Bounding Boxes*) – Pozostáva z množiny minimálnych/m maximálnych hodnôt na osiach **X, Y, Z** alebo zo stredového bodu objektu a troch vektorov určujúcich vzdialenosť ohraničujúcich stien (zarovnaných vzhľadom na osi súradnicovej sústavy scény) od tohto stredového bodu.

Objektovo-orientované ohraničujúce kvádre (OBB – *Object-Oriented Bounding Boxes*) – Skladá sa zo šiestich polygónov pevne zviazaných s objektom, ktorý ohraničuje (v rámci SSO). Je to reprezentované maticou orientácie, stredovým bodom objektu a tromi vektormi určujúcimi vzdialenosť ohraničujúcich stien od stredového bodu objektu.

Systém konvexných obálok (CHs – *Convex Hull (envelope system)*) – Je to najkomplikovanejšie, ale najpresnejšie riešenie. Skladá sa z konvexných mnohoúhelníkov, ktoré čo najlepšie (čo najtesnejšie) obklopujú celý objekt.

48. Pohyby modelov, tvorba kinematického reťazca

Pohyb modelov- Pohyb v priestore má zmysel len ak zmena jeho polohy je definovaná voči nejakému inému objektu, najlepšie v rámci konkrétnej súradnicovej sústavy.

Kinematický reťazec skladáme z troch častí:

- Statický kĺb je označený ako báza
- Dynamický je označovaný ako koncový efektor
- A tretí je štandardný kĺb

Tvorba kinematického modelu- Je to najčastejšie reprezentácia acyklickým grafom, kde tento graf je najčastejšie strom, kde uzly sú kĺby a spojnice/hrany grafu sú kosti.

49. Pohyby modelov, kĺbová štruktúra, priama kinematika

Pohyby modelov: sú robotické/neprirodzené

Kĺbová štruktúra: Model má kostru zloženú z kĺbov a kostí, ktoré sú hierarchicky prepojené (napr. rameno → lakeť → zápästie). Pohyb jedného kĺbu ovplyvňuje podriadené časti.

Priama kinematika: určuje polohu koncového bodu (napr. ruky) na základe známych uhlov a dĺžok jednotlivých kĺbových častí (napr. $d_1, d_2 \dots$). Je **hodnotovo komutatívna** – ak zadáme rovnaké uhly, výsledná poloha bude rovnaká, **bez ohľadu na poradie výpočtu. NIE je však komutatívna z hľadiska trajektórie** – teda dráha, ktorou sa kĺby pohybujú, sa môže líšiť.

50. Pohyby modelov, kĺbová štruktúra, inverzná kinematika

Pohyby modelov: modely sa pohybujú pomocou vnútornej kostry, ktorá riadi ich deformáciu a polohu.

Inverzná kinematika (IK – Inverse Kinematics)

- Zadáme **požadovanú pozíciu koncového bodu** (napr. kde má byť ruka).
- Systém **vypočíta potrebné uhly kĺbov**, aby sa tam končatina dostala.
- Používa sa pri realistickej animácii postáv a zvierat (napr. chôdza, uchopenie objektu).
- Výpočet je **náročnejší**, často sa rieši numerickými metódami.

Kĺbová štruktúra (skelet)

- Model má kosť zloženú z **kĺbov (bones/joints)** prepojených do hierarchie.
- Pohyb v jednom kĺbe ovplyvňuje všetky podriadené (napr. rameno → lakeť → ruka).
- Umožňuje realistické ohýbanie a animáciu.