


FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
LABORATORIJ ZA INTERAKTIVNE SIMULACIJSKE SUSTAVE




Interaktivni simulacijski sustavi

Interaktivni simulacijski sustavi na temelju virtualne stvarnosti


Prof.dr.sc. Krešimir Ćosić
Dr.sc. Siniša Popović

LISS, FER, Zagreb

1




Potreba za interaktivnim simulacijama



- ▶ Interaktivne simulacije vrlo su korisne za razumijevanje stvarnih sustava, procesa, pojava
 - Projektiranje sustava
 - Ispitivanje svojstava sustava
 - Uvježbavanje osoba za rad sa sustavima
 - ...

LISS, FER, Zagreb


2

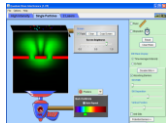


Potreba za interaktivnim simulacijama




- ▶ Posebno značajne kada je rad sa stvarnim sustavima, procesima, pojavama...
 - Opasan i/ili štetan za okoliš
 - Npr. obuka za razne vojne sustave – protuzračne, protuoklopne rakete...
 - Skupocjen
 - Npr. obuka kandidata za pilote civilnih zrakoplova
 - Praktično teško izvediv ili neizvediv
 - Mikro ili makro vremensko-prostorna skala – npr. proučavanje kvantnih efekata, galaksija






LISS, FER, Zagreb

3





Što je interaktivna simulacija?



- ▶ **Interakcija** je obostrana, uzajamna akcija ili utjecaj između dva ili više entiteta
- ▶ **Model** je reprezentacija ključnih svojstava sustava, procesa, pojava
 - Npr. matematički model – reprezentacija ponašanja matematičkim jednažbama
 - Npr. 3D model – reprezentacija fizičkog izgleda

LISS, FER, Zagreb

4






Što je interaktivna simulacija?

- **Simulacija**, u smislu **računalna simulacija**, je izvođenje modela na računalu, što obuhvaća određivanje izlaznih vrijednosti modela za zadane početne i/ili ulazne vrijednosti
- **Interaktivna simulacija** je simulacija koja ima mogućnost interakcije s korisnikom, jer istodobno omogućuje prikaz rezultata simulacije korisniku i akcije korisnika koje utječu na daljnji tijek simulacije

LISS, FER, Zagreb

5






Vremenska ograničenja u interaktivnoj simulaciji

- Interakcija simulacije i korisnika tipično treba poštivati određena vremenska ograničenja
- Povratna informacija koju simulacija daje korisniku treba biti *dovoljno brzo* dostavljena nakon što korisnik dostavi ulazne vrijednosti
 - Što je “dovoljno brzo” ovisi o primjeni
 - Pojam *stvarno vrijeme* (*real time*)

LISS, FER, Zagreb

6






Stvarno vrijeme

- **Sustav u stvarnom vremenu** je sustav kojemu ispravnost ne ovisi samo o tome da li logički ispravno obavi svoju funkciju, nego i o vremenu u kojemu tu funkciju obavi.
 - Primjer: elektronička automobilska kočnica – mora uvijek primijeniti silu kočenja na kotače unutar točno određenog vremena, nipošto kasnije

LISS, FER, Zagreb

7






Stvarno vrijeme

- Nije naglasak na brzini samoj po sebi, nego na **garanciji** poštivanja zadanih vremenskih ograničenja (rokova) za obavljanje funkcije
 - **Strogo stvarno vrijeme** (*hard real time*) – funkciju uvijek mora obaviti unutar zadanog vremenskog roka, inače je sustav beskoristan
 - **Ublaženo stvarno vrijeme** (*soft real time*) – poštivanje vremenskih rokova važno je, ali nije kritično. Dopustivo je katkad ne ispoštivati rokove, a da sustav i dalje bude upotrebljiv, iako se time narušava kvaliteta upotrebe sustava

LISS, FER, Zagreb

8






Interaktivna simulacija i stvarno vrijeme

- ▶ Interaktivna simulacija generalno zahtijeva **barem ublaženo stvarno vrijeme**
- ▶ Neki interaktivni simulacijski sustavi ili njihovi podsustavi mogu zahtijevati i strogo stvarno vrijeme
 - Npr. za dobivanje odgovarajuće certifikacije, simulator leta zrakoplova ne smije imati kašnjenje iznad 150 ms
 - Npr. simulacija matematičkog modela primjenom neke numeričke metode – sva izračunavanja treba obaviti unutar zadanog vremenskog koraka, jer bi se povećanjem koraka ponašanje simuliranog sustava počelo nedopustivo razlikovati od ponašanja stvarnog sustava

LISS, FER, Zagreb

9



3 klase (interaktivnih) simulacija

- ▶ Živa simulacija
 - Stvarni ljudi upravljaju stvarnim sustavima – pilot na stvarnom zrakoplovu koji lansira raketu na stvarnom poligonu radi treninga ili testiranja opreme
- ▶ Virtualna simulacija
 - Stvarni ljudi upravljaju simuliranim sustavima – simulator automobila, termoelektrane, kirurškog zahvata itd.
- ▶ Konstruktivna simulacija
 - Stvarni ljudi daju ulaze u simulaciju gdje simulirani ljudi upravljaju simuliranim sustavima – npr. taktičke vojne simulacije ili računalne igre iz klase tzv. *strategija*

(taksonomija američkog ministarstva obrane, ali nije specifična za vojne simulacije)

LISS, FER, Zagreb

10





Sastavnice generičkog ISS

- ▶ Model
 - Npr. predstavljen u obliku računalnog programa
- ▶ Simulacijsko sklopovlje
 - Npr. neki oblik procesora: centralna procesna jedinica, procesor za digitalnu obradu signala
- ▶ Ulazi
 - Npr. za dostavljanje informacija modelu koji se simulira
- ▶ Izlazi
 - Npr. za dostavljanje informacija korisniku
- ▶ Komunikacija
 - Npr. za potrebe povezivanja s drugim ISS

LISS, FER, Zagreb

11



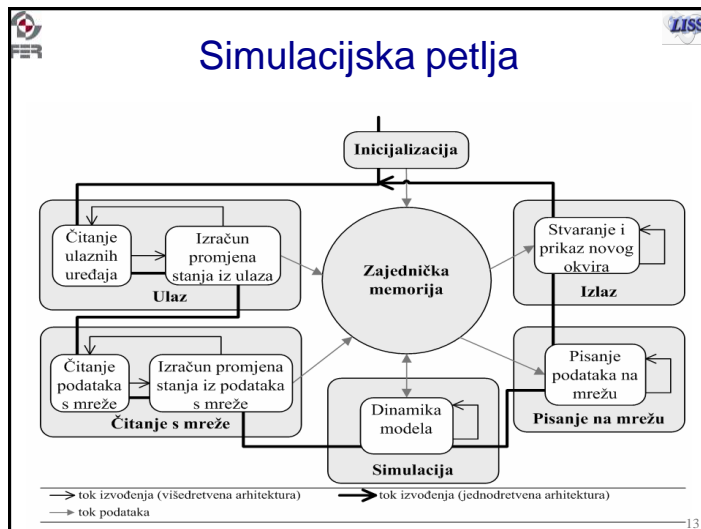

Osnovni dijelovi ISS na temelju VR



The diagram illustrates the components of a VR-based ISS system. At the bottom, a person labeled 'Korisnik' (User) is shown. Arrows point from the user to a computer labeled 'Računalo (Simulacijsko sklopovlje)' (Computer (Simulation hardware)). From the computer, an arrow points to a circular inset showing a virtual landscape with a plane, labeled '(Model) Virtualno okruženje: objekti, ponašanje, boje, osvjetljenje, texture, gledište,...' (Virtual environment: objects, behavior, colors, lighting, textures, viewpoint,...). A double-headed arrow labeled '(Komunikacija) Mreža' (Communication Network) connects the computer to the virtual environment. On the right, a stick figure labeled 'Korisnik' is shown with arrows pointing to the computer labeled 'Izlazni uređaji: vizualni, zvučni, kontakti, njušni (Izlazi)' (Output devices: visual, auditory, tactile, olfactory (Outputs)) and 'Ulazni uređaji: praćenje glave, očiju, ruke,... (Ulazi)' (Input devices: head tracking, eye tracking, hand tracking,... (Inputs)).

LISS, FER, Zagreb

12



Razlozi optimiziranja simulacijske petlje

- ▶ Osiguravanje zadovoljavajuće **brzine iscrtavanja** (*framerate*) – broj prikazanih okvira/sličica virtualne scene u sekundi
- ▶ Osiguravanje neophodnog vremenskog koraka integracije u matematičkom modelu
- ▶ Smanjivanje **ukupnog kašnjenja** (*end-to-end delay, end-to-end latency*) – vrijeme od pokreta glave korisnika do prikaza okvira virtualne scene koji odgovara tom pokretu



Ukupno kašnjenje

- ▶ Ukupno kašnjenje nastaje kao doprinos svih faza izračunavanja prisutnih u stvaranju i prikazu virtualne scene
 - Praćenja položaja/orijentacije glave
 - Izračunavanja u virtualnoj sceni (dinamika modela)
 - Generiranja okvira virtualne scene
 - Prikaza okvira na zaslonu

END-TO-END DELAYS IN HEAD MOUNTED DISPLAY SYSTEMS
 The diagram illustrates the flow of data and delays in a VR system. It includes components like the HEAD MOUNTED DISPLAY, TRACKING SYSTEM, HOST COMPUTER, and GRAPHICS ENGINE. Delays are labeled at various stages: TRACKING SYSTEM DELAY, GRAPHICS ENGINE DELAY, APPLICATION HOST DELAY, and END-TO-END DELAY. The flow is shown as a circular loop with arrows indicating the direction of data and execution.

Posljedice ukupnog kašnjenja u VR aplikacijama

- ▶ Dezorijentacija i mučnina
- ▶ Degradacija učinkovitosti virtualnog treninga
- ▶ Smanjenje osjećaja *prisutnosti* (*presence*) korisnika u VR



Dezorijentacija i mučnina

Disorientation	Nausea
<ul style="list-style-type: none"> dizziness vertigo postural instability degraded psychomotor performance 	<ul style="list-style-type: none"> drowsiness increased salivation sweating stomach awareness loss of appetite burping vomiting

- ▶ Predstavljaju jedan dio simptoma tzv. simulatorske bolesti (*simulator sickness*)
- ▶ Pojavljuju se tijekom boravka u VR i traju neko vrijeme nakon izlaska (do nekoliko sati)

LISS, FER, Zagreb

17

Dezorijentacija i mučnina

- ▶ Simptomi slični simptomima bolesti gibanja (*motion sickness*)
- ▶ Nastaju zbog konfliktnih informacija koje prima više osjetilnih sustava—npr. vidni i vestibularni (ravnoteža)
- ▶ Između ostalog, konflikt u VR se javlja kada postoji veći vremenski razmak između pokreta glave korisnika i pripadnih pomaka u generiranoj slici virtualne scene
 - Vestibularni sustav detektira pokret glave, a vidni sustav dobiva posve statičku sliku
 - Za ovo je upravo odgovorno ukupno kašnjenje

LISS, FER, Zagreb

18




Degradacija učinkovitosti virtualnog treninga

- ▶ Značajna kod upotrebe VR aplikacija za obuku
 - Vojna obuka
 - Simulatori invazivnih medicinskih zahvata (kirurgija, itd.)
 - Obuka astronauta, osoblja na brodovima, podmornicama, zrakoplovima, nuklearnim elektranama



Vojna obuka





Procedura održavanja opreme zrakoplova



Biopsija

LISS, FER, Zagreb

19

Degradacija učinkovitosti virtualnog treninga

- ▶ Cilj – virtualnim treningom poboljšati sposobnost subjekta za obavljanje zadatka u stvarnom svijetu
- ▶ Utjecaj ukupnog kašnjenja – usvajanje neprirodnih strategija kretanja, da bi korisnik mogao održati kakvu-takvu vezu između pomaka glave i slike virtualne scene
 - Sporije i skokovito pomicanje glave/ruku
- ▶ Usvajanje neprirodnih strategija pokreta smanjuje efektivnost virtualnog treninga, čak prijeti opasnost od kontraefekta

LISS, FER, Zagreb

20



Smanjenje prisutnosti



- ▶ Jak osjećaj prisutnosti važan kod VR aplikacija za liječenje fobija
 - Fobije od vožnje zrakoplovom, visina, javnog govora, posttraumatski stresni poremećaj
- ▶ Osjećaju prisutnosti doprinosi više čimbenika, a jedan od njih je interakcija
 - Ukupno kašnjenje narušava prirodost interakcije (vidjeti primjere na prethodnom slideu)



VRMC, Virtually Better, U of Delft







It was the White Rabbit, trotting slowly back again, and looking anxiously about as if it went, as if it had lost

LISS, FER, Zagreb


21



Smanjivanje ukupnog kašnjenja




- ▶ Napori se ulažu u smanjivanje i kompenziranje ukupnog kašnjenja
 - Sensorni sustavi za praćenje pokreta malog kašnjenja
 - Prediktivno praćenje pokreta glave
 - Algoritmi i tehnike koje ubrzavaju simulacijski dio aplikacije
 - Generatori slika i zasloni malog kašnjenja




InertiaCube², InterSense, s predikcijom do 50 ms

LISS, FER, Zagreb

22



Izlazni uređaji ISS temeljenih na VR



- ▶ Izlazni VR uređaji
 - Vizualni kanal
 - Audio kanal
 - Kontaktni (haptic) kanal
 - Kretni kanal
- ▶ Specifični izlazni uređaji iz domene primjene
 - Osim izlaznih VR uređaja, ISS mogu imati i specifične izlazne uređaje, posebice ako se interaktivna simulacija odnosi na neki stvarni sustav ili proces, kao što je slučaj u simulatorima za obuku

LISS, FER, Zagreb

23



Vizualni kanal



- ▶ Vizualni prikaz
 - HMD (Head-Mounted Display)
 - OHD (Off-Head Display)








LISS, FER, Zagreb

24



Desktop zasloni

Standardni monitori
Višestruki monitori





LISS, FER, Zagreb

25



Stereo tehnike



- ▶ Bitno poboljšavaju mogućnost percepcije dubine virtualne scene i relativne udaljenosti objekata od promatrača
- ▶ Iscrtavaju se različite slike za lijevo i desno oko – položaji kamere za lijevo i desno oko postavljaju se na približnu razdaljinu očiju



LISS, FER, Zagreb

26



Stereo tehnike



- ▶ Sklopovlje
 - Anaglifske (crveno-cijan) naočale – istovremeno na zaslonu iscrtavane slike za oba oka (crvena, cijan) – prvu propušta crveni filter, drugu cijan filter
 - Naočale s kopcima (*shutter glasses*) – naizmjenično se na isti zaslon crtaju slike za lijevo i desno oko, uz simultano zamračivanje slike ("spuštanje kapka") na suprotnom oku
 - 3D monitori



LISS, FER, Zagreb

27



Head Mounted Displays (HMD)



- ▶ Simbol VR za većinu ljudi
- ▶ Zaslon i optika postavljeni na glavu
- ▶ Mogu, a ne moraju prikazivati i stvarni svijet
 - Istovremeni prikaz virtualnog i stvarnog svijeta – tzv. **proširena stvarnost** (*augmented reality*)



LISS, FER, Zagreb

28




HMD opis

- ▶ Sustav za podršku
- ▶ Zaslon (pikseli)
- ▶ Optika
- ▶ Monokularni/binokularni
- ▶ Ugrađeni slijednik pokreta ili mogućnost neovisnog montiranja






LISS, FER, Zagreb
29




HMD problemi

- ▶ Jedan korisnik
- ▶ Nezgodni za nošenje: masa, grijanje
- ▶ Ograničeno vidno polje (*field of view, FOV*)
- ▶ Niža razlučivost zaslona (*resolution*)
- ▶ Cijena
- ▶ ...



LISS, FER, Zagreb
30




HMD problemi

- ▶ Suvremene HMD karakterizira:
 - Poboljšana ergonomija
 - Poboljšanje razlučivosti i vidnog polja
 - Integrirani su vizualni i audio prikaz te pozicijski uređaji za praćenje
 - Sve bliže po izgledu sa standardnim sunčanim naočalama
 - Opcija gledanja kroz optiku HMD-a u vanjski svijet (*see-through*)




LISS, FER, Zagreb
31




Izbor HMD-a

Kriteriji za evaluaciju

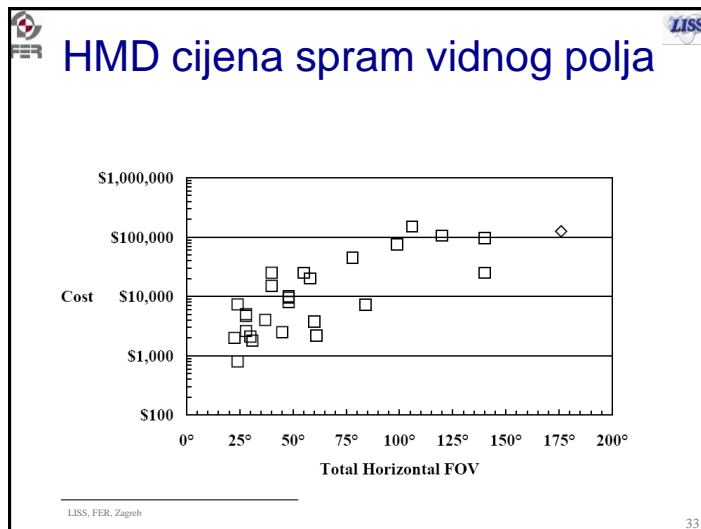
- . Cijena
- . Mogućnost stereo vida
- . Prilagodba razmaku između očiju
- . Podrška za proširenu stvarnost
- . Ugrađen slijednik pokreta ili opcija montiranja
- . Interferencije i šumovi








LISS, FER, Zagreb



Projekcijski zaslone

- ▶ Jedan ili više projektora i zaslona
- ▶ Projekcija s prednje ili zadnje strane
- ▶ Puno veći od monitora
- ▶ Nisu upotrebljivi za proširenu stvarnost
- ▶ Može ih gledati više ljudi od jednom

LISS, FER, Zagreb

Primjeri projekcijskih zaslona

- ▶ Ploča
- ▶ Zid – zakrivljen, ravan
- ▶ Kupola (dome)
- ▶ CAVE – soba s do 6 strana na koje se projicira slika

LISS, FER, Zagreb

Problemi projekcijskih zaslona

- ▶ Projektori, zaslone i prostor - puno \$\$
- ▶ Problemi sinkronizacije
- ▶ Jasnoća slike (prednja/stražnja projekcija)
- ▶ Kutovi gledanja

LISS, FER, Zagreb



Ostali uređaji za vizualni kanal



- ▶ BOOM –
Binocular Omni Orientation Monitor
- ▶ VR dvogled ili jednogled
- ▶ Tablets
- ▶ Cybersphere







LISS, FER, Zagreb

37



Ostali uređaji za vizualni kanal



- ▶ BOOM –
Binocular Omni Orientation Monitor
- ▶ Cybersphere








LISS, FER, Zagreb

38



Audio kanal



- ▶ Postojeći sustavi
 - Zvučnici
 - Slušalice
 - Složeniji sustavi (npr. *surround*)
- ▶ Daljnja istraživanja usmjerena na poboljšanje percepcije
 - 3D zvuk – omogućuje percepciju da zvuk dolazi s određenog mjesta u virtualnoj sceni
 - Refleksije, jeka
 - Dopplerov efekt
 - ...




LISS, FER, Zagreb

39



Kontakt (haptic) kanal



- ▶ **Osjet dodira, teksture podloge, sile otpora itd.**
- ▶ Karakteristike
 - Kontaktna (haptic) sučelja podržavaju manipulaciju i osjećaj (kroz povratne sile)
- ▶ Mehanizam
 - Vežan uz tijelo → rukavica
 - Vežan uz podlogu → joystick
- ▶ **Značajno npr. za simulatore u kirurgiji**
 - Vjerna simulacija tkiva i organa
 - Bitno uskladiti s vizualnim kanalom








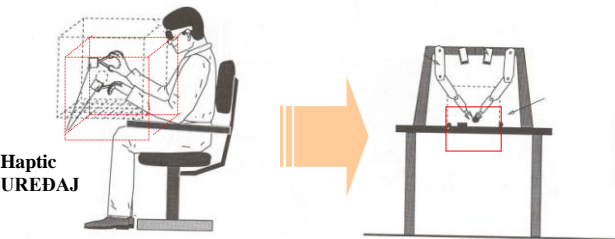
LISS, FER, Zagreb

40



Kontakt (haptic) kanal

► Kontakt (haptic) kanal kod operacija na daljinu




Haptic UREDAJ

MODUL operatora

RADNI MODUL

LISS, FER, Zagreb

41






Kretni kanal

► Osjet ubrzanja/sila na cijelo tijelo

► Kretne platforme


- Hidrauličke
- Pneumatske
- Električne

► Korisne npr. za **simulatore upravljanja prijevoznim sredstvima** – automobili, zrakoplov itd.





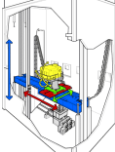


LISS, FER, Zagreb

42




Kretni kanal

LISS

LISS, FER, Zagreb

43



Specifični izlazni uređaji iz domene primjene ISS

LISS


► To su replike ili stvarni izlazni uređaji samog sustava za kojeg je razvijen simulator

► Primjeri

- Simulator vožnje – brzinomjer i indikator broja okretaja motora izvađeni iz pravog automobila
- Simulator zrakoplova/helikoptera – instrumenti upravljačke ploče pilota koja je dio kabine pilota izrezane iz stvarnog zrakoplova/helikoptera

► U okviru razvoja simulatora potrebno je razriješiti kako iz simulatora pogoniti takve uređaje



► Digitalno-analogna pretvorba nerijetko potrebna



LISS, FER, Zagreb

44

11






Ulazni uređaji ISS na temelju VR

- Ulazni VR uređaji
 - Slijednici pokreta (engl. *trackers*) glave, ruku, tijela, oči
 - Rukavice, štapovi, uređaji za pokretanje (engl. *locomotion*)
 - Miš, tipkovnica i njihova proširenja
- Ulazni uređaji drugih modaliteta
 - Fiziologija, govor, geste ...
- Specifični ulazni uređaji iz domene primjene ISS

LISS, FER, Zagreb

45

Slijednici pokreta

- Mjere položaj i/ili orijentaciju dijela tijela
- Stupnjevi slobode (engl. *degrees of freedom*, DOFs)
 - Položaj – 3 koordinate (x, y, z) – 3DOF slijednik
 - Orijentacija – 3 kuta (oko x, y, z osi) – 3DOF slijednik
 - Položaj i orijentacija – 6DOF slijednik
- Uglavnom se koriste za praćenje glave i ruku
- Neki sustavi omogućuju praćenje cijelog tijela
- Također se mogu upotrijebiti za praćenje kretanja nekih objekata
 - Primjer je lansirna cijev u SIMIG simulatoru – na nju je montiran 3DOF slijednik orijentacije
- Vrlo su česti/neizostavni u virtualnoj stvarnosti

LISS, FER, Zagreb

46




Slijednici pokreta po tehnologiji izvedbe

- Akustički
 - Odašiljač tipično na tijelu, vanjski prijemnik
 - Koriste visokofrekvencijski zvuk (ultrazvuk) i triangulaciju
 - + cijena, radno područje, - niska brzina osvježavanja
- Magnetski
 - Vanjski izvor (AC ili DC), senzor tipično na tijelu
 - Magnetsko polje izvora inducira struju u senzoru
 - Senzorski sustavi u širokoj upotrebi
 - +solidan odnos cijene i performansi, - interferencija s metalima



SoniDiscs (odašiljači) i L-Bar (prijemnici), InterSense



3D Bird, Ascension

LISS, FER, Zagreb

47




Slijednici pokreta po tehnologiji izvedbe

- Mehanički
 - Najstariji sustavi za praćenje pokreta
 - Dvije izvedbe—egzoskeletoni i sustavi osovina sa zglobnim elementima
 - + točnost i vrlo malo kašnjenje, - vrlo ograničen radni volumen i nezgodni za nošenje
- Optički
 - Praćenje svjetla—vidljivo, IC, lasersko
 - Kamere (senzori) + markeri
 - Puno istraživanja se ulaže u ovu tehnologiju
 - + ne opterećuju korisnika, točnost, - problem vidljivosti markera



Egzoskeleton, Sarcos





Sustav osovina



The MultiTrax Motion Capture System, Advanced Optics Associates

LISS, FER, Zagreb


48

Slijednici pokreta po tehnologiji izvedbe

► Inercijalni



- Žiroskopi – mjere kutnu brzinu, akcelerometri – mjere linearnu akceleraciju
- Orijentacija i pozicija dobiju se integracijom po vremenu žiroskopskih i akcelerometarskih izlaza
- + Nemaju probleme sa zaklanjanjem, interferencijom, jekom, ne trebaju vanjski izvor
- - Općeniti problem ove tehnologije je *drift* tj. nagomilavanje grešaka
 - Korekcija *drifta* moguća drugim tehnologijama



InertiaCube2, tvrtke InterSense

LISS, FER, Zagreb

49





Rukavice

- Druga vrsta klasičnih VR ulaznih uređaja, pored slijednika pokreta
- Mogu pratiti položaj tj. kutove savijanja prstiju
 - Primjerice, korištenjem kabela s optičkim vlaknima ili piezorezistivnih materijala u prstima rukavice
- Mogu biti i diskretnog tipa – slati signal kad se dotaknu vrhovi 2 prsta (tzv. *pinch gloves*)
- Da bi se mogao pratiti i položaj/orijentacija ruke, rukavica može na sebi imati i slijednik pokreta

LISS, FER, Zagreb

50

Rukavice

Dataglove



Cyberglove




Cybergrasp



Pinch glove



LISS, FER, Zagreb

51




Praćenje cijelog tijela



► Tipično se upotrebljava optička ili magnetska tehnologija, iako npr. ima i mehaničkih izvedbi (egzoskeleton)





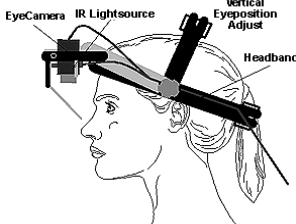

LISS, FER, Zagreb

52

Praćenje očiju

- ▶ Optička tehnologija – npr. osvjetljavanje oka IC svjetlom i promatranje refleksije
- ▶ Pruža najtočniju informaciju što u virtualnoj sceni korisnik promatra – npr. korisno kod liječenja fobija primjenom virtualne stvarnosti



LISS, FER, Zagreb
 53




Štapovi

- ▶ Raznih oblika i konfiguracija
- ▶ Obično imaju nekoliko gumba i praćenje pokreta



Wii štap



InterSense bežični štap

LISS, FER, Zagreb
 54




Uređaji za pokretanje

- ▶ Trake za hodanje u mjestu (engl. *treadmill*)
- ▶ Sobni bicikli




LISS, FER, Zagreb
 55





Miševi, tipkovnice i proširenja

- ▶ Miševi, tipkovnice – tipični računalni ulazni uređaji
 - Standardni primjerice kod instruktorskih stanica u simulatorima
- ▶ Njihova proširenja – nosive (engl. *wearable*) tipkovnice, 3D miševi







LISS, FER, Zagreb
 56



Fiziologija


- ▶ Fiziološki signali mogu se također koristiti kao ulazi u ISS-ovima
- ▶ Vodljivost kože, temperatura kože, srčani puls, brzina disanja, krvni tlak, EEG ... – mjere se posebnim uređajima
- ▶ Moguća primjena – prepoznavanje stresa/emocija korisnika ISS-a iz fizioloških signala i promjena virtualne scene sukladno stresu korisnika







LISS, FER, Zagreb

57



Primjer: Trening mentalne spremnosti u SIMIG simulatoru





LISS, FER, Zagreb

58



Primjer: Trening mentalne spremnosti za vojnike i zapovjednike PO sustava





LISS, FER, Zagreb

59



Primjer: Trening mentalne spremnosti za pilote helikoptera



- ▶ Stresne situacije
 - Operacije pretrage i spašavanja
 - Preuzimanje ili dostava objekata u uskim rizičnim područjima
 - Loši vremenski uvjeti
 - Otkazi



LISS, FER, Zagreb

60



Još nekoliko primjera



- ▶ Druge moguće primjene interakcije s virtualnom scenom putem fiziologije
 - Igre u kojima što veća razina opuštenosti donosi bolji rezultat
 - Kretanje po virtualnoj sceni pomoću analize EEG-a za osobe s određenim invaliditetom (nemogućnost micanja ruku, glave itd.)








Figure 1: Picture of the virtual street populated with 15 avatars and the patient in his wheelchair. The task of the patient was to go to the end of the street (outlined with a dashed line). The avatars were standing in two rows and each avatar had its audible communication sphere (drawn as dotted line here). The patient had to stay within this sphere, not to close and not to far away from the avatar.

LISS, FER, Zagreb

61




Govor




- ▶ Oslobađa ruke za obavljanje drugih funkcija
- ▶ Jednostavniji oblik primjene – govorno zadavanje diskretnih naredbi
 - Moguća primjena je navigacija kroz dijalog prozore ili menije
- ▶ KomPLICIRANJE – prepoznavanje kontinuiranog govora
 - Izazov postići pouzdano prepoznavanje neovisno o govorniku i za bogat skup riječi
 - Intenzivno se istražuje

LISS, FER, Zagreb

62




Geste




- ▶ Geste lica (mimika), šake, ruku
- ▶ Može se primijeniti analiza podataka dobivenih iz rukavica ili npr. videa
- ▶ Prepoznavanje gesta je izazovan istraživački i generalno neriješen problem, npr. zbog šuma, nejednolične pozadine i osvjetljenja u videu – potrebni su robusni algoritmi računalnog vida
- ▶ U fiksiranom stavu prepoznavanje gesta jednostavnije, nego kada se stav osobe mijenja, posebno ako se osoba još i kreće

LISS, FER, Zagreb

63



Specifični ulazni uređaji simulatora



- ▶ Osim generičkih VR uređaja, simulatori općenito imaju posebne ulazne uređaje, karakteristične za stvarne sustave
 - Palica i razni prekidači u kabini zrakoplova
 - Volan i mjenjač automobila
 - Lanser
 - ...
- ▶ U okviru razvoja simulatora potrebno je razriješiti kako u simulator unijeti podatke iz takvih uređaja
- ▶ Analogno-digitalna pretvorba nerijetko potrebna

LISS, FER, Zagreb

64

