

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309808904>

VIRTUALNA REALNOST –NOVI PRILAZ U PROJEKTOVANJU I PROIZVODNJI VIRTUAL REALITY –A NEW APPROACH TO DESIGN AND MANUFACTURING

Conference Paper · March 2006

CITATION

1

READS

937

6 authors, including:



Milan Zeljković

University of Novi Sad

163 PUBLICATIONS 327 CITATIONS

SEE PROFILE



Slobodan Navalusic

Faculty of technical sciences, University of Novi Sad, Serbia

28 PUBLICATIONS 53 CITATIONS

SEE PROFILE



Zoran Milojević

University of Novi Sad

60 PUBLICATIONS 361 CITATIONS

SEE PROFILE



Aleksandar Košarac

University of East Sarajevo

23 PUBLICATIONS 56 CITATIONS

SEE PROFILE

VIRTUALNA REALNOST - NOVI PRILAZ U PROJEKTOVANJU I PROIZVODNJI VIRTUAL REALITY - A NEW APPROACH TO DESIGN AND MANUFACTURING

Gatalo dr Ratko, Navalušić dr Slobodan, Milan dr Zeljković, Zoran mr Milojević, Ištvan Megada,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, SCG
Aleksandar Košarac, Mašinski fakultet, Istočno Srajava, RS

Sadržaj - U radu je, ukratko, prikazan razvoj tehnologije virtualne realnosti, karakteristike različitih sistema i prisutni trendovi u projektovanju proizvoda korišćenjem virtualne realnosti. Pored toga izloženi su i određeni primeri rezultata, ostvarenih na Institutu za proizvodno mašinstvo, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, koji se odnose na vizuelizaciju rada složenih tehnoloških sistema u području proizvodnog mašinstva, kao segmenta ukupne virtualne realnosti.

Gljučne reči: projektovanje proizvoda, tehnologija virtualne realnosti, tehnologija povećane realnosti, vizuelizacija, tehnološki sistemi.

Abstract: In the paper a short review of the virtual reality technology development, characteristics of the different systems and present trends in the product design based on the virtual reality is presented. In addition to everything else, some results example, realized at the Institute for Production Engineering of the Faculty of Technical Sciences of Novi Sad, in the field of the complex technological systems in the production engineering visualization, as an segment of the total virtual reality, are shown.

Key words: product design, virtual reality, augment reality, visualization, technological systems

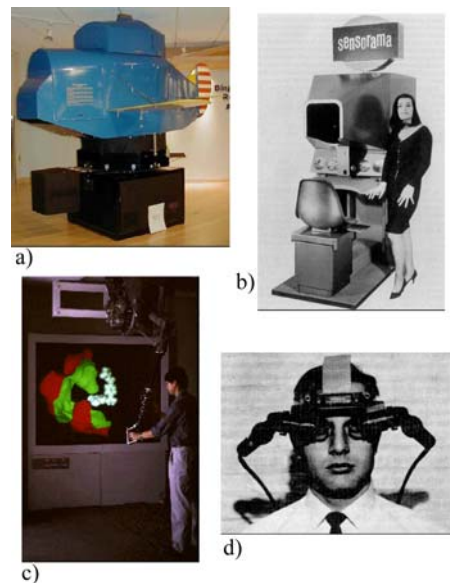
1. UVOD

Tehnologija virtualne realnosti najčešće se definiše kao: korišćenje računara i specijalnih hardversko - softverskih pomagala za generisanje "virtuelnog okruženja" u realnom vremenu, koje za korisnika može izgledati kao stvarno [10]. U osnovi tehnologija virtualne realnosti bazirana je na čulima vida, sluha i dodira i zasnovana je na interfejsu čovek-računar.

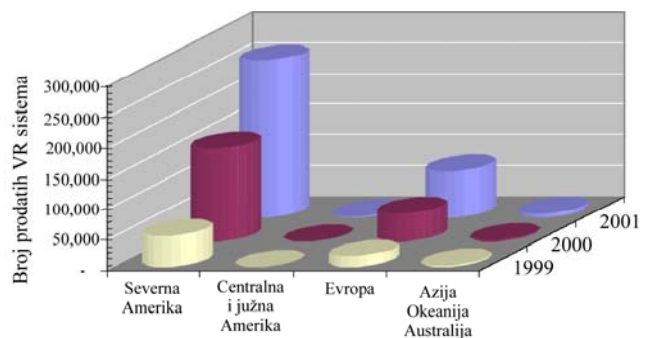
Za početak razvoja virtualne realnosti smatra se mašina koju je konstruisao Edwin Link 1929 godine (slika 1 a)), koja je putniku davala osećaj da leti avionom. Početkom 60-tih godina prošlog veka, Morton Heilig konstruisao je uređaj "Sensorama" (slika 1 b)), koji je korišćenjem svetla, zvuka, pokreta i mirisa, "uvlačio" učesnika u vožnju motocikla kroz Bruklin i ostale gradove. Ovaj uređaj kasnije je evoluirao u uređaj za obuku pilota. Nekoliko inovacija od 1960-1970. godine doprinelo je napredku tehnologije virtualne realnosti. Jedan od njih je i rad Ivana Sutherland-a "The Ultimate Display" objavljen 1965. godine. U ovom radu autor je pokušao da objasni kako računar može da omogući "prozor" u virtualni svet. Isti autor je 1968. godine konstruisao prvi HMD (Head Mounted Display), koji je omogućavao praćenje pozicije korisnika, mogao je da prikaže žičani model okruženja, kao i da generiše prikaz za levo i desno oko korisnika (slika 1 d)). Paralelno sa radom Sutherlanda istraživački tim sa Univeziteta North Carolina, započeo je "GROPE" projekat koji je imao za cilj da istraži force-feedback u realnom vremenu (slika 1 c)). Kao rezultat ovog projekta korisnik je mogao da oseti dodir u virtualnom svetu.

U današnje vreme vrednost tržišta koje pokrivaju tehnologije virtualne realnosti je 24 milijarde dolara (2000) i 22,3 milijarde dolara (2001). Godišnji rast tržišta od 1997-2001 godine je oko 17 %. U 2001. godini, primena tehnologija virtualne realnosti bila je najzastupljenija u oblasti virtualnog prototajpinga, muzeja i izložbi, design evaluation, vizualizaciju istraživačkih podataka i u arhitekturi

[14]. Na slici 2., dat je prikaz prodatih sistema u svetu u periodu od 1999-2001 godine.



Slika 1. Prikaz ranijih istraživanja na polju VR-tehnologija a) Edwin Link BlueBox, b) Sensorama, c) GROPE projekat, d) Ivan Sutherland prvi HMD

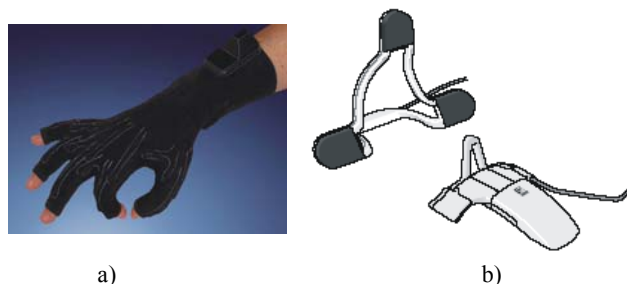


Slika 2. Prikaz prodatih sistema VR u svetu instaliranih do 1999-2001. godine [14]

2. KLASIFIKACIJA SISTEMA VIRTUALNE REALNOSTI

Da bi se izvršila klasifikacija sistema virtualne realnosti potrebno je definisati četiri osnovne karakteristike svakog sistema virtualne realnosti a to su [10]: stepen "utapanja" korisnika u virtualni svet (immersion-imerzivnost), prisutnost (presence), navigacija (navigation) i interakcija korisnika sa svetom virtualne realnosti. Sistem virtualne realnosti u koji korisnik može totalno da se "utopi", to jest ne može da zaključiti šta je realno a šta virtualno smatra se visoko imerzivnim sistemom. Prisutnost korisnika u virtualnom svetu definiše se mogućnošću da korisnik može da vidi svoje telo ili ruku u virtualnom svetu pri čemu pokreti tela u virtualnom svetu treba da odgovaraju pokretima u realnom svetu. Stepni imerzivnosti i prisutnosti najčešće su obrnuto proporcionalni jedan drugom, što je posledica različitih mogućnosti hardvera koji se koriste u sistemima virtualne realnosti.

Različiti tipovi virtualnih sistema prema stepenu imerzivnosti u zavisnosti od ulazno-izlaznih uređaja, rezolucije, stepena interakcije sa korisnikom i cene sistema



Slika 3. Ulazni VR uređaji a) rukavica, b) 3D-miš

Uređaji za prikaz virtualnog okruženja su doživeli najveći napredak u poslednjih 20-tak godina. Od uređaja za prikaz najčešće se koriste 3D-ekrani, HMD (Head-Mounted Displays) naočari montirane na glavu, CAVE (Cave Automatic Virtual Environment- kavezno automatsko virtualno okruženje), virtualni stolovi, BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor -). HMD (slika 4b) se sastoje od dva LCD ekrana (po jedan za svako oko) i sa senzorom koji daje položaj glave korisnika, pri čemu je korisnik kompletno "uvučen" u virtualno okruženje. Mana je relativno mala rezolucija LCD ekrana. 3D-ekrani stvaraju stereoskopsku sliku koja omogućava korisniku da uz upotrebu specijalnih polarizovanih naočara (stereoskopske naočare) stvore iluziju

VR sistem	Ne imerzivan VR sistem	Polu imerzivan VR sistem	Potpuno imerzivan VR sistem
Ulazni uređaji	miš, tastatura, džojstik	džojstik, rukavice, 3D miš	rukavice, glasovne komande
Izlazni uređaji	standardni monitor visoke rezolucije	veliki monitori, veliki projektorski sistemi	HMD, CAVE
Rezolucija	visoka	visoka	niska-srednja
Imerzivnost	nema je - niska	srednja-visoka	visoka
Interakcija	niska	srednja	visoka
Cena	mala	visoka	vrlo visoka

Tabela 1. Različiti tipovi virtualnih sistema (VR) [8]

prikazani su u tabeli 1 [8].

2.1. Ulazno-izlazni uređaji u sistemima virtualne realnosti

Od ulaznih uređaja u sistemima virtualne realnosti koji se najčešće koriste su 3D-miš i rukavica (slika 3). Svi ulazni uređaji moraju posedovati šest stepeni slobode (3 translacije i 3 rotacije). 3D-miš je ulazni uređaj koji se drži u ruci, poseduje senzor za praćenje i nekoliko tastera. Najčešće se koristi za selekciju predmeta u VR okruženju i manipulisanje sa njima. Mana ovog uređaja je što ne može u potpunosti da simulira pokrete rukom kao što su pokazivanje i hvatanje objekata. Upravo ove nedostatke otklanja rukavica koja se koristi u virtualnom okruženju.

prostornosti virtualnog okruženja. Prednost im je visoka rezolucija prikaza dok je imerzivnost prilično mala. Virtualni stolovi sastoje se od projektora koji projektuju stereoskopsku sliku na najčešće staklenoj površini, pri čemu korisnik uz upotrebu polarizovanih naočara dobija kvalitetnu 3D sliku virtualnog okruženja (slika 4d). Kao prednost virtualnih stolova ističe se visoka rezolucija, mogućnost da više korisnika učestvuje u radu, dok je mana prilično visoka cena. CAVE je najsavršeniji uređaj za prikaz virtualnog okruženja, gde se najčešće u prostoru kvadra raspoređuju površine na koje se uz pomoć projektora vrši projekcija virtualnog okruženja (slika 4a). Korisnik koristi polarizovane naočare da bi dobio 3D prikaz okruženja (slika 4c). Prednost je velika imerzivnost sistema, kao i mogućnost da veći broj ljudi učestvuje u okruženju. Kao manu treba istaći veliku cenu ovakvog sistema.



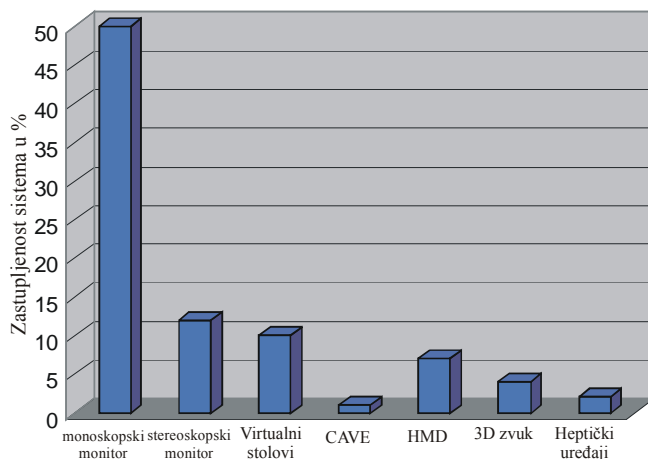
Slika 4. Uređaji za prikaz virtualnog okruženja: a) CAVE, b) HMD, c) stereoskopske naočare, d) Virtualni sto

U posljednje vreme od izlaznih uređaja koji se sve češće koriste su heptički uređaji (haptics devices - od grčke reči *haptikois* što znači mogućnost dodira ili hvatanja), koji omogućavaju korisniku da može da "dodirne" virtualno okruženje preko force-feedbacka. Najpopularniji heptički uređaj je PHANTOM firme Sensable technologies (slika 5), koji poseduje šest stepeni slobode i omogućava rezoluciju do 0,007 [mm].



Slika 5. Force feedback uređaj - PHANTOM

Na slici 6, dat je prikaz zastupljenosti izlaznih uređaja za VR u 2001. godini [14].



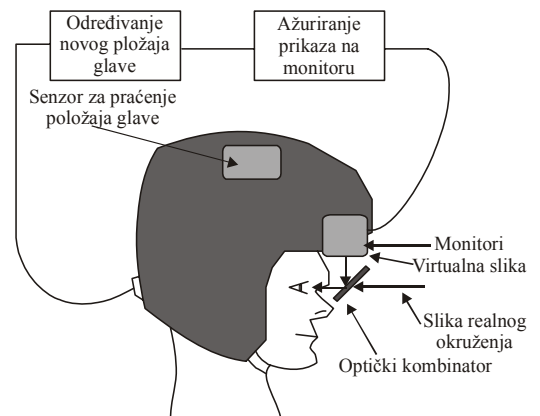
Slika 6. Procenatni prikaz zastupljenosti izlaznih uređaja u VR sistemima [14]

Od softverskih alata koji se koriste za generisanje virtualnog okruženja, to su pre svega CAD alati uz pomoć kojih se vrši modeliranje objekata virtualnog okruženja. Definisane objekte zatim treba transformisati u neki od formata koji je pogodan za prikaz okruženja u realnom

vremenu, najčešće u neki od poligonalnih oblika. Zatim je potrebno dodeliti objektima određeno ponašanje, za koje takođe postoje specijalizovani programi kao što je WorldToolKit. Za većinu ulazno-izlaznih uređaja postoje razvojne biblioteke koje korisnicima omogućavaju programiranje uređaja, koje su najčešće pisane u C ili C++ programskom jeziku. Jedno od razvojnih biblioteka je GHOST, koja služi za programiranje Phantom force-feedback uređaja. Najkorišćenija grafička biblioteka je OpenGL, pošto je zahtev većine VR aplikacija prikaz u realnom vremenu.

2.2 Tehnologija povećane ralnosti (Augment reality-AR)

Kao posebnu varijantu virtualne realnosti treba pomenuti povećanu realnost (Augment reality-AR). Cilj AR tehnologije nije da korisnika "uvuče" u virtualni svet to jest visoka imerzivnost, već da korisniku prikaže svet koji se dobija kombinacijom virtualnog i stvarnog okruženja. Prednost AR tehnologije je ta što ona ne zahteva veliku računarsku "snagu" kao VR tehnologija, jer se jedan deo okruženja modelira, dok se drugi dobija iz stvarnog okruženja. Zbog potrebne manje računarske "snage", trenutno se tehnologija AR masovno koristi i ima više potencijala od tehnologije VR. Danas su zastupljene dve varijante implementacije AR tehnologije: optička i video. Na slici 7, prikazan je optički AR sistem.



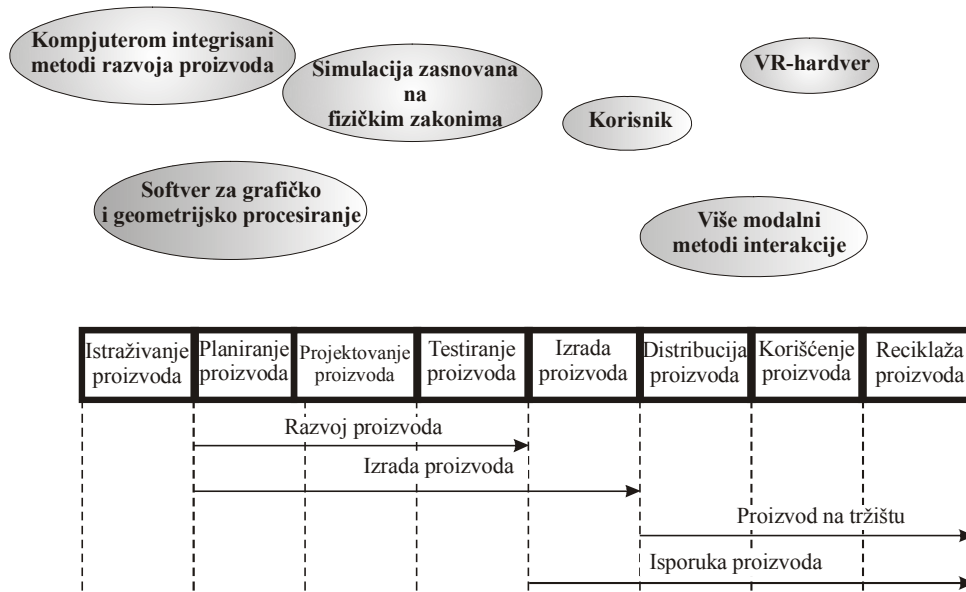
Slika 7. Optički AR sistem [10]

Za razliku od optičkog AR sistema gde se putem optičkih kombinatora, kombinuju slike ralnog i virtualnog okruženja, kod video AR sistema na kacigi su montirane dve kamere, čiji signali odlaze na obradu u računar gde se kombinuju sa virtualnim okruženjem i korisnik dobija generisnu sliku za svako oko posebno. Klasičan primer optičkog AR sistema predstavlja HUD (Head Up Display) koji koriste piloti u borbenim avionima.

3. PRIMENA VIRTUALNIH TEHNOLOGIJA U PROJEKTOVANJU PROIZVODA

Oblasti u kojima je moguća primena tehnologije virtualne realnosti su: virtualno projektovanje, virtualna proizvodnja, virtualna izrada prototipa, virtualna montaža sklopova, planiranje održavanja, itd. Jedna od vizija uloge VR tehnologija u razvoju proizvoda prikazana je na slici 8 [6].

VR-TEHNOLOGIJA



Slika 8. Vizija korišćenja VR tehnologija u razvoju proizvoda[6]

Sa slike 8, može se videti da tehnologija VR može uzeti ulogu u celokupnom "životnom veku" jednog proizvoda od samog koncipiranja, projektovanja, distribuciji na tržište pa do održavanja i na kraju do reciklaže proizvoda. Tehnologija VR mora se posmatrati kao skup komponenti kao što su: čovek, računom integrisani metodi razvoja proizvoda (CAD, CAM, FEA, CAPP...), simulacija ponašanja objekata prema zakonima fizike, softver za grafičko i geometrijsko procesiranje, VR-hardver, kao i više modalni sistemi interakcije (kao što su heptički uređaji).

3.1. Virtualno projektovanje

U tradicionalnim CAD sistemima najčešće korišćeni ulazni uređaji su miš i tastatura. Shodno tome da je rezultat projektovanja 3D model, 2D uređaj kakav je miš ograničava vizuelizaciju modela u realnom vremenu. CAD sistemi zasnovani na tehnologiji VR (VR-CAD) omogućavaju korisniku da na što prirodniji način, korišćenjem 3D ulaznih uređaja, pokretima ruke i glasom što brže i realnije učestvuje u procesu modeliranja proizvoda. Određeni rezultati razvoja VR-CAD tehnologija prikazani su detaljnije u radovima [10], [18]..., gde je dat i detaljniji istorijski pregled razvoja VR-CAD sistema.

3.2. Virtualna proizvodnja

Institut za istraživanje sistema univerziteta u Maryland-y razvili su DFM sistem (Design for Manufacturing - projektovanje za proizvodnju), koji koristi prepoznavanje oblika pod nazivom projekta IMACS [10→ 46,47]. Za razliku od klasičnih CAM sistema, ovaj sistem ima podsistem za analizu obrade projektovanog dela. Virtualna proizvodnja može se koristiti i u obuci korisnika, kao što je prikazano u radu [8]. Autori su razvili sistem gde je korisnik "uvučen" u virtualno okruženje pomoću HMD uređaja i upotrebom rukavice, može pokretati operacije na virtualnoj mašini alatki. Takođe jedna od primena obuhvata i modeliranje virtualne fabrike, gde korisnik može analizirati tokove kretanja materijala. Jedna od primena virtualne proizvodnje omogućava korisniku kako da generiše NC upravljački

program za mašinu alatku tako i da izvrši simulaciju procesa obrade, da bi proverio odgovarajući NC upravljački program.

3.3. Virtualna izrada prototipa

Virtualna izrada prototipa, koristi tehnologiju VR kako bi se izbegla skupa izrada fizičkog prototipa. Kada je virtualni prototip modeliran, u virtualnom okruženju mogu se sprovesti sve potrebne analize na njemu, pri čemu može biti izvršena potrebna optimizacija samog proizvoda.

3.4. Virtualno planiranje montaže i demonataže sklopa

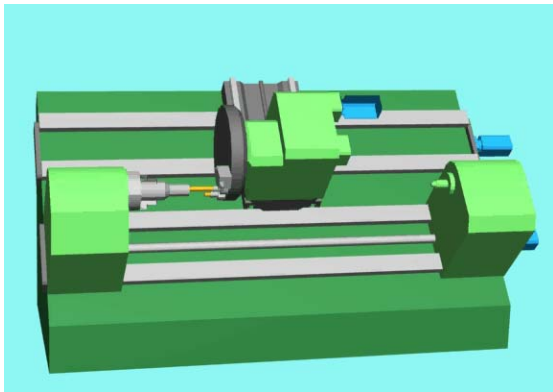
Virtualna montaža i demontaža sklopa još u stadijumu projektovanja proizvoda, uz pomoć VR hardvera kao što su rukavice, heptički uređaj, HMD, itd. može mnogo pre izrade samog proizvoda, omogućiti korisniku da sagleda prednosti i mane sklopa koji treba da se izradi. Neki ood radova koji se bave ovom problematikom su [16],[14].

3.5 Virtualno planiranje održavanja

Virtualno planiranje održavanja zahteva odstranjivanje određenog dela u sklopu, kako bi se izvršila njegova zamena. Jedna od uloga tehnologije VR u planiranju održavanja je da se pre izrade proizvoda analizira mogućnost održavanja. Isto tako velika uloga tehnologije VR je u obuci ljudi koji izvode održavanje. U [15] je prikazan razvijeni sistem baziran na tehnologiji AR, koji asistira pri održavanju mašina alatki.

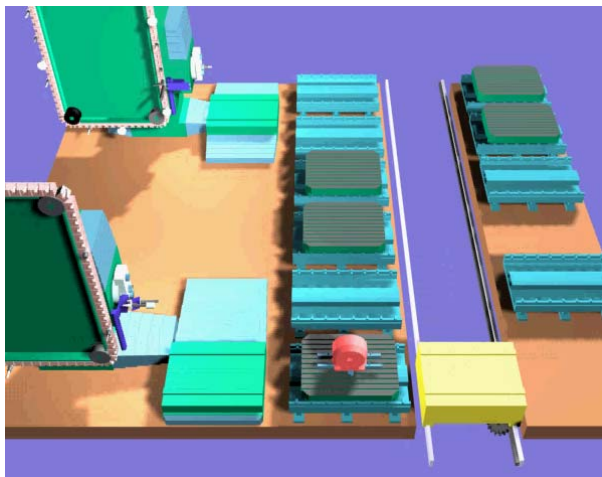
4. SOPSTVENA ISTRAŽIVANJA

Virtualne tehnologije i problematika vizuelizacije predstavljaju predmet istraživanja na Institutu za proizvodno mašinstvo, FTN Novi Sad. Kao primer izlaznih rezultata istraživanja u ovoj oblasti, na slici 9. prikazana je vizuelizacija rada struga sa kosim postoljem [19]. Vizuelizacija obuhvata mašinu za obradu delova rotacionog oblika. Pomenuti rezultati su realizovani primenom programskih paketa MechanicalDesktop i 3D Studio Max.



Slika 9. Strug sa kosim postoljem [19]

Segment vizualizacije rada FTC za obradu prizmatičnih delova prikazana je na slici 10 [20]. U konkretnom slučaju radi se o vizuelizacija rada složene tehnološke strukture koja uključuje dva obradna centra, paletne sisteme i transportno skladišni sistem.



Slika 10. Detalj FTC za obradu prizmatičnih delova [20]

5. ZAKLJUČAK

U radu je dat kratak istorijski pregled razvoja sistema virtualne realnosti, pregled ulazno-izlaznih uređaja kao i klasifikacija VR sistema. Dat je pregled oblasti projektovanja i proizvodnje u kojima se tehnologija virtualne realnosti koristi. Na kraju su dati i određeni rezultati sopstvenih istraživanja u oblasti VR. Rad predstavlja pokušaj da se sistematizuju i prikažu dostignuća u području virtualne realnosti. Izloženi sopstveni rezultati predstavljaju samo jedan od segmenata problematike virtualne realnosti koji se odnose na vizuelizaciju rada tehnoloških sistema manje i veće složenosti u području proizvodnog mašinstva.

LITERATURA

- [1] Brooks, P. Jr.: "What's Real About Virtual Reality?" IEEE Computer Graphics and Applications, November/December 1999., pp: 16-27
- [2] Denkena, B., Apitz, R., Kowalski, P., Brandes, A.: " Haptic Support for Programming Production Systems", Machine Engineering, Vol. 5, No. 1-2, 2005., pp: 71-81
- [3] Duffy, V., Parry, P.W., Ramakrishnan, R.: " Impact of a simulated accident in virtual training on decision-making performance", International Journal of Industrial Ergonomics 34 (2004) , pp: 335-348

- [4] Jezernik, A., Hren, G.: " A solution to integrate computer-aided design (CAD) and virtual reality (VR) databases in design and manufacturing processes" Int. J Adv Manuf Technol No 22, 2003., pp: 768-774
- [5] Krause, F.L., Neumann, J.: " Haptic Interaction with Non-Rigid Material for Assembly and Disassembly in Product Development" Annals of CIRP, Vol. 50/1, 2001, pp: 81-84
- [6] Krause, F.L.: " Trends in Virtual Product Development", Machine Engineering, Vol. 2, No. 1-2, 2002. pp: 5-22
- [7] Lee, K.: " Principles of CAD/CAM/CAE" Addison Wesley, 1999.
- [8] Mujber, T. S., Szecsi, T., Hashmi, M.S.J.: " Virtual reality applications in manufacturing process simulation", Journal of Materials Processing Technology 155-156, 2004., pp: 1834-1838
- [9] Ong, SK., Nee, AYC.: " A Brief Introduction of VR and AR Applications in Manufacturing" Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing, Springer-Verlag, 2003. pp: 1-11.
- [10] S. C-Y. Lu., Shipitalni, M., Gadh, R.: " Virtual and Augment Reality Technologies for Product Realization", Annals of the CIRP, Vol. 48/2, 1999, pp: 471-493
- [11] Shukla, C., Vazquez, M., Chen, F.: " Virtual Manufacturing: An Overview", Computers ind. Engng, Vol. 31, No. 1/2, pp: 79-82
- [12] Stauter, J.: "Defining Virtual reality: Dimensions Determining Telepresence" Journal of Communication 4, 1992, pp: 73-93
- [13] The Market for Visual Simulation/Virtual Reality, CyberEdge Information Services report, fourth edition, 2002.
- [14] Wang, Y., Jayaram, U., Jayaram, S., Imityaz.: "Methods and Algorithms for Constraint-based Virtual Assembly", Virtual Reality 6, Springer-Verlag London, 2003, pp: 229-243
- [15] Weck, M., Hamadou, M., Hoymann, H., Jahn, D., Lescher, M.: " Mobile Service Applications for Machine Tools", Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing, Springer-Verlag, 2003. pp: 237-255.
- [16] Zachmann, G.: " Virtual Reality in Assembly Simulation- Collision Detection, Simulation Algorithms, and Interaction Techniques", Doktorska disertacija, Tehnički univerzitet u Darmstadt-u, 2000. god.
- [17] Zhong, Y., Ma, W.: " An Approach for Solid Modelling in a Virtual Reality Environment", Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing, Springer-Verlag, 2003. pp: 15-42.
- [18] Navalušić, S., Zeljković, M., Milojević, Z., Gatalo, R.: "Analiza mogućnosti 3D vizualizacije u procesima projektovanja", Unapređenje sistema tehničke pripreme proizvodnje u uslovima maloserijske proizvodnje primenom savremenih programskih paketa univerzalne namene, studija, projekat MNŽŽS, Republike Srbije – TR 6330A, 2005.
- [19] Košarac, A.: "Primjena vizuelizacije, tehnike virtualne realnosti i savremenih programskih rešenja za vizuelizaciju rada sistema u projektovanju proizvoda", seminarski rad, FTN, Novi Sad, 2005.
- [20] Megada, I.: "Računarska simulacija rada fleksibilne tehnološke ćelije (FTC) za obradu prizmatičnih delova velikih gabarita, korišćenjem savremenih programskih paketa", diplomski rad, FTN, Novi Sad, 2002.

Rad predstavlja rezultat istraživanja na projektu: "Unapređenje sistema tehničke pripreme proizvodnje u uslovima maloserijske proizvodnje primenom savremenih programskih paketa univerzalne namene ", broj. TR 6330A, podržanom od strane Ministarstva za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije.

Osnovne informacije

[Organizatori](#)
[Sponzori](#)
[Program](#)
[Radovi](#)
[Foto galerija](#)
[Kontakti](#)

OLIMPIJSKI CENTAR
JAHORINA

**Jahorina 2006**

naučno-stručni Simpozijum

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE**ZBORNIK RADOVA**

ISBN-99938-624-2-8

JAHORINA

22. mart - 24. mart, 2006

© 2001-2006 Infoteh-Jahorina. Sva prava zadržana.

Adresa: Vuka Karadžića 30, Lukavica, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, BiH

Telefon: +387 57 321 240, Fax: +387 57 342 788

infoteh@etf.unssa.rs.ba