



Interfejsi za interoperabilnost sistema
u I4.0

Interfejsi za interoperabilnost sistema u I4.0 **PREDAVANJA**

Prof. dr Vesna Spasojević Brkić

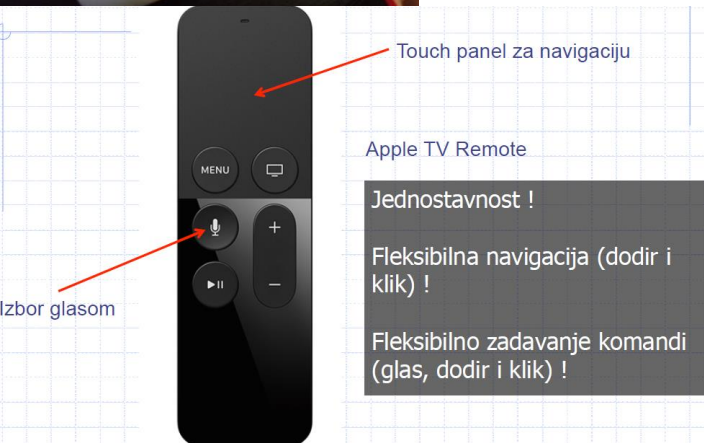
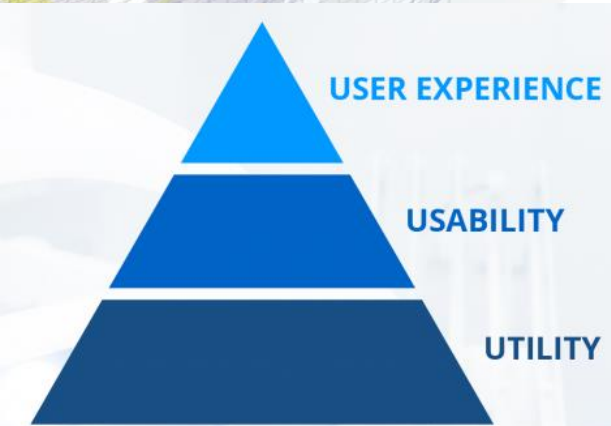


PRVI DEO

Uloga upotrebljivosti u projektovanju korisničkog interfejsa

Podsetimo se....

Osnovni atributi KORISNIČKOG INTERFEJSA



- **Korisnički interfejs** je interfejs koji omogućava prenos informacija između čoveka i softverske ili hardverske komponente računarskog sistema [IEEE]
- Dva različita atributa kvaliteta interaktivnog sistema
 1. **Korisnost UTILITY** – da li sistem pruža **potrebne funkcije**
 2. **Upotrebljivost** – Pogodnost za upotrebu - **USABILITY**– da li su **funkcije pogodne za korišćenje**
- Korisnost proizilazi iz funkcionalnih zahteva
- Upotrebljivost nije funkcionalni zahtev
- Sistem može biti pogodan za korišćenje (upotrebljiv), ali ne i koristan ako ima funkcije koje korisniku nisu potrebne
- Sistem može imati sve potrebne funkcije (koristan), ali biti komplikovan ili na drugi način nepogodan za korišćenje (neupotrebljiv)

- **DEFINICIJA 1:** Upotrebljivost je kvalitet ili osobina interaktivnog sistema koja govori u kojoj meri je sistem pogodan / jednostavan za korišćenje.
- **DEFINICIJA 2:** Pogodnost za upotrebu ili upotrebljivost interfejsa sistema *definiše se kao lakoća s kojom korisnik može da nauči da koristi sistem, priprema ulaze i interpretira izlaze sistema ili njegovih komponenti (IEEE)*
- **DEFINICIJA 3:** Upotrebljivost je nivo do koga se proizvod može koristiti od strane određenih korisnika za efektivno i efikasno postizanje postavljenih ciljeva, u određenom upotrebnom kontekstu (ISO 9241).
- Većina softverskih proizvoda koristi grafički korisnički interfejs (GUI), za koji treba izabrati odgovarajući vizuelni prikaz informacija, jezik prikaza, grafičke upravljačke elemente i načine unosa podataka...
- Za krajnjeg korisnika, **interfejs je sistem**, jer ga ne zanima njegova struktura niti sama implementacija.

Issues (cont.)



"On the Internet, nobody knows you're a dog."

but still... not quite there yet...



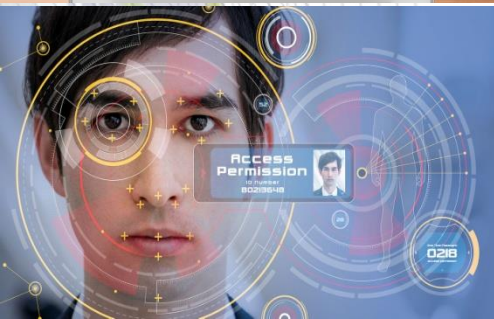
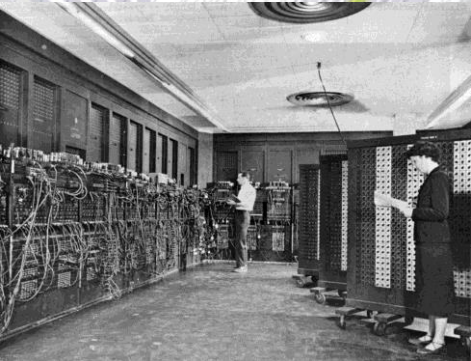
versus

Figure 4. The author wearing a variety of new devices. The glasses (built by Microoptical Systems) contain a computer display nearly invisible to others. The pants has a keyboard literally embedded into the cloth. The label has a context sensor that identifies the user's surroundings. And, of course, there's a computer (not visible in this photograph).

- Komandni interfejsi su najstariji i još uvek se koriste za neke vrste sistema, npr. operativne sisteme
- Tekstualni interfejsi su zasnovani na izboru funkcija iz ponuđenog skupa mogućnosti (meni) tipični su za starije sisteme
- Grafički orijentisani interfejsi nastali su sedamdesetih godina XX veka kao interfejsi objektno orijentisanih sistema.
- Danas imamo i Perceptivne korisničke interfejse koji imaju sposobnost opažanja korisnika i njegovih aktivnosti, Elektro-fiziološke korisničke interfejse u medicini, Osetne interfejse i mnoge druge.



ISTORIJAT KORISNIČKIH INTERFEJSA – od prvih računarskih sistema do ubikvitnosti



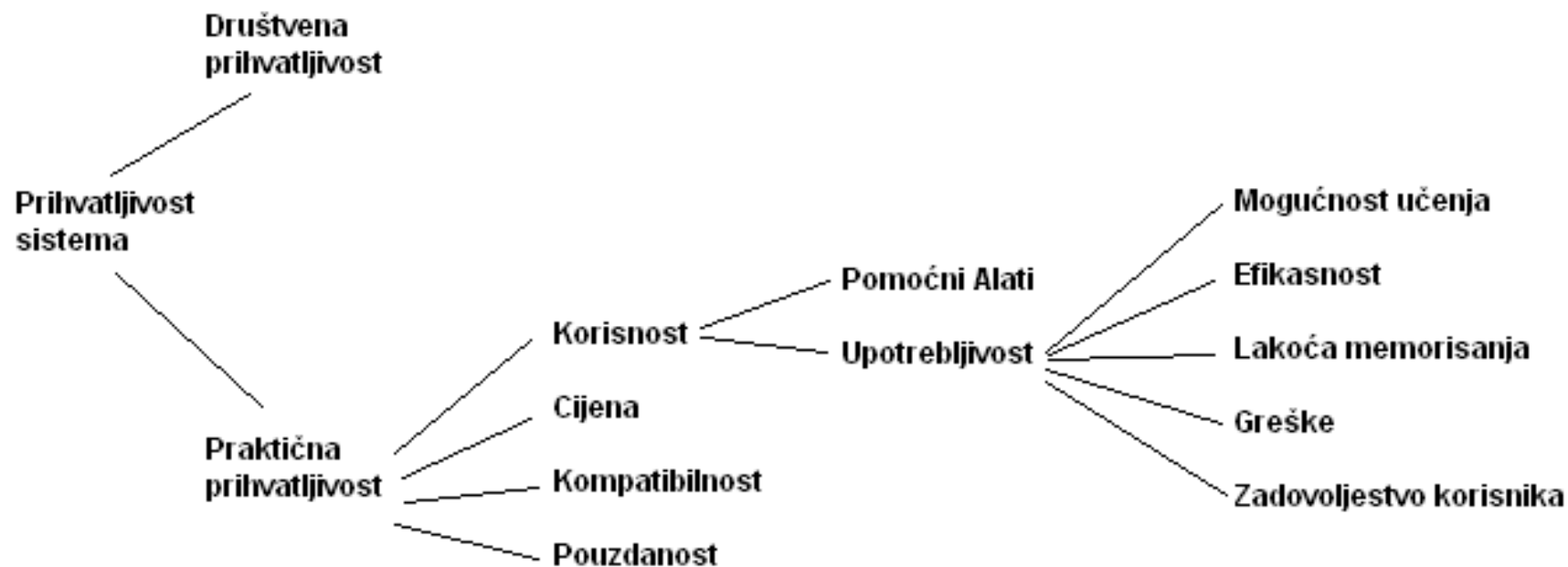
- Kod prvih računarskih sistema je hardver bio centralni deo korisničkog interfejsa, a tipični korisnici su bili inženjeri i programeri... na primer, prvi ekrani sa katodnom cevi koštali su preko 10.000 dolara.
- Posle 1980 g. se pojavljuju mogućnosti rada sa više procesa (multitasking), virtuelna memorija i interaktivni terminali, koji *donose* najznačajnije promene, jer su ne samo povećali broj korisnika već su doveli do pojave nove klase korisnika sistema koji nisu bili programeri.
- Termin "korisnički interfejs" je ubrzo postao često korišćen, a nova oblast istraživanja interakcije između čoveka i računara počela je da se formira.
- Fleksibilnost i laka proširljivost računarskih sistema uskoro je dovela do pojave interaktivnih elemenata korisničkih interfejsa poput funkcijskih tastera, komandnih jezika i imenija.
- Weiser je 1994 g. predviđao da će okruženja za život i rad biti ispunjena računarskih i komunikacionim servisima koji su orijentisani ka čoveku i da će čovek u svakom trenutku i na svakom mestu imati pristup ovim servisima.
- Danas raznolikost uređaja za interakciju postavlja nove izazove pred HCI zajednicu.
- Ubikvitni proizvodni sistemi / Ubikvitno računarstvo kao sveprisutnost resursa.

Osnovni principi dizajna korisničkog interfejsa



1. Vidljivost statusa sistema
2. Usklađenost sistema i stvarnog sveta (verni model stvarnosti)
3. Upravljačka kontrola i sloboda korisnika (undo/redo)
4. Konzistentnost i standardi (u skladu s očekivanjima korisnika)
5. Prevencija grešaka (sistem upozorava, ima upit za destruktivne operacije)
6. Koristi prepoznavanje i ne traži pamćenje funkcija od strane korisnika
7. Fleksibilnost i efikasnost upotrebe (kraći putevi za ekspertske korisnike)
8. Estetika i minimalistički dizajn (samo neophodni elementi izgleda)
9. Interfejs pomaže u prepoznavanju, dijagnozi i oporavku od grešaka
10. Jasno istaknuta i pristupačna pomoć i dokumentacija

Upotrebljivost u kontekstu prihvatljivosti celokupnog sistema



Slika 1: Model atributa prihvatljivosti sistema (Folmer&Bosch, 2004)

Atributi upotrebljivosti – pregled literature



Izvor	Atributi
(Kengeri et al., 1999)	efikasnost, dopadljivost, lakoća učenja, korisnost
(Constantine, 1999)	lakoća učenja, efikasnost u upotrebi, lakoća pamćenja, pouzdanost u upotrebi, zadovoljstvo korisnika
(Arms, 2000)	dizajn interfejsa, funkcionalan dizajn, podaci i metapodaci i računarski sistemi i mreže
(Battleson et al., 2001)	lak za učenje, lak za pamćenje, nekoliko grešaka, podrška
(ISO 9126-1, 2001)	razumljivost, lakoća učenja, operativnost, privlačnost, usaglašenost upotrebljivosti
(Donyaee et al., 2001)	efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, produktivnost, bezbednost, dostupnost i internacionalnost
(Oulanov and Pajarillo, 2002)	uticaj Web sajta, efikasnost, kontrola, predusretljivost, prilagodljivost
(Kim, 2002)	efikasnost interfejsa tolerancija grešaka i subjektivni osećaj prijatnosti
(Loiacono et al., 2002)	korisnost, upotrebljivost, zabava i izgradnja odnosa
(Olsina and Rossi, 2002)	razumljivost, povratne informacije i opcija pomoći, interfejs i estetske karakteristike.
(Whitney Quesenbery, 2001, 2002, 2003)	efektivnost, efikasnost, angažovanje, tolerancija greške i lakoća učenja.
(Bass et al., 2003)	izmenljivost, prilagodljivost, ponovno korišćenje, performanse, bezbednost
(Campbell et al., 2003)	lakoća upotrebe, lakoća učenja, lakoća pamćenja, tolerantnost grešaka, subjektivno zadovoljstvo
(Shneiderman et al., 2005)	vreme za učenje, brzina rada, stopa grešaka korisnika, zadržavanje znanja tokom vremena i subjektivno zadovoljstvo
(Seffah et al., 2006)	efikasnost, efektivnost, produktivnost, zadovoljstvo, lakoća učenja, bezbednost, poverenje, pristupačnost, univerzalnost i korisnost.
(Wang and Senecal, 2008)	očekivane performanse, očekivani napor, društveni uticaj i obezbeđenje uslova, planiranja budžeta, obuka i evaluacija učinka
(Sauro et al., 2009)	vreme na zadatku, stepen izvršenih zadataka, greške, zadovoljstvo nakon zadataka i zadovoljstvo posle testiranja
(Oztekin et al., 2009)	pouzdanost, integracija komunikacija, navigacija, kontrola, osiguranje, odgovornost i kvalitet informacija
(Zhou, 2009)	estetika, lakoća upotrebe, multimedija, bogati sadržaj i reputacija
(Human Factors Research Group, 2011)	atraktivnost, kontrolabilnost, efikasnost, predusretljivost i lakoća učenja
(ISO 25010, 2009, 2011)	efektivnost, efikasnost, zadovoljstvo, bezbednost, prilagođenost kontekstu
(Lew, 2012); (Lew et al., 2010, 2011 i 2012); (Rafique et al., 2012) i (Becker et al., 2012)	efektivnost u upotrebi, efikasnost u upotrebi, lakoća učenja u upotrebi, pristupačnost u upotrebi i kvalitet informacija

Standardi za procenu upotrebljivosti

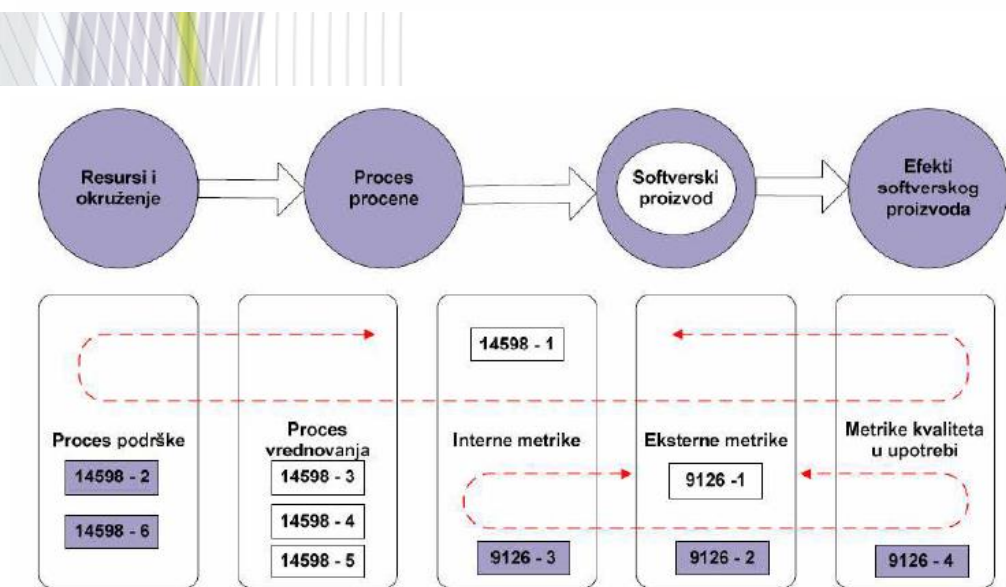
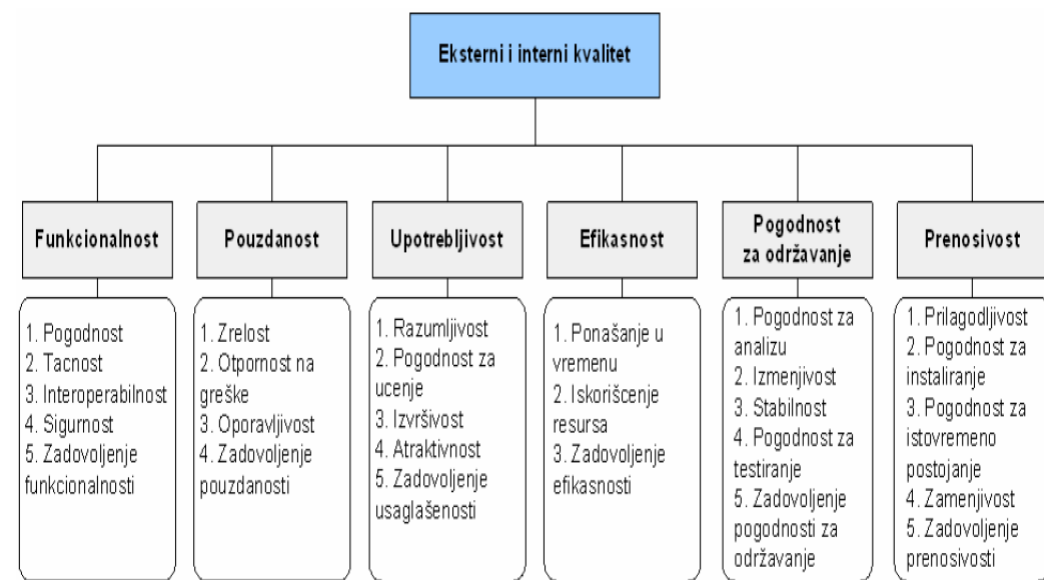


Upotrebljivost prema **ISO 9241-11** ima tri merljiva atributa upotrebljivosti: efektivnost, efikasnost i zadovoljstvo (ISO 9241-11:1998; Laurusdottir, 2009; Quesenbery, 2003).

Efektivnost: Korisnici ostvaruju određene ciljeve uz tačnost i potpunost. Sistem mora da bude precizan i da sadrži kompletne funkcije tako da korisnici nemaju poteškoća u postizanju svojih ciljeva.

Efikasnost: Resursi sistema se moraju koristiti uz tačnost i potpunost preko koje korisnici ostvaruju svoje ciljeve.

- **Zadovoljstvo:** Korisnici moraju biti zadovoljni korišćenjem sistema.
- **Kvalitet softverskog proizvoda ISO/IEC 9126:2001 – modeli i metrika kvaliteta**
- **Vrednovanje softverskog proizvoda ISO/IEC 14598**



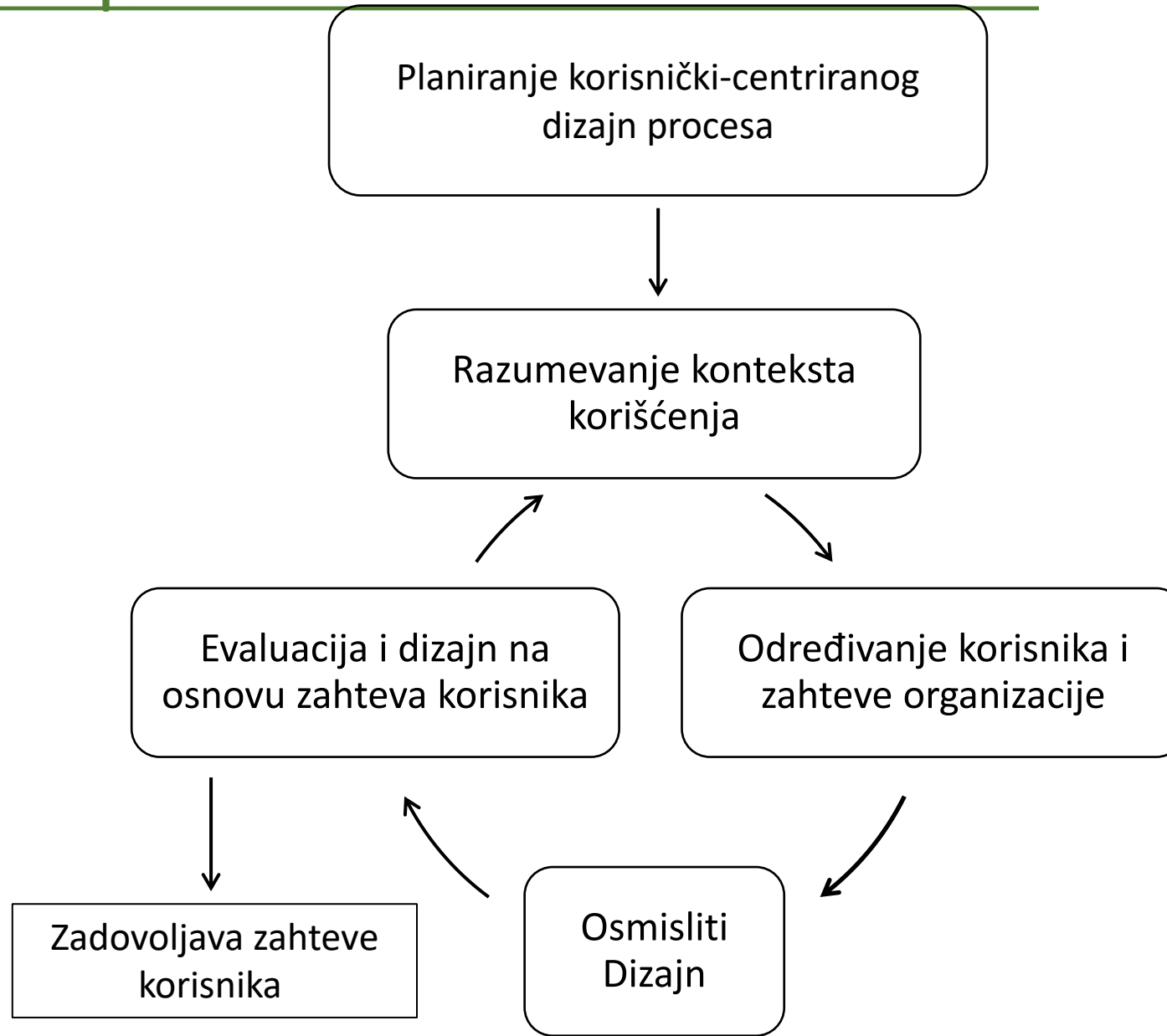
PROJEKTOVANJE KORISNIČKIH INTERFEJSA DANAS...



Na modelovanje korisničkih interfejsa danas utiče i pojava novih tehnika interakcije kao što su:

- *Groupware sistemi koji omogućavaju većem broju korisnika da rade na istom zadatku istovremeno ili asinhrono, udaljeni jedni od drugih ili na istoj lokaciji [Ellis94].*
- *Multimodalna interakcija, tj. korisnički interfejsi koji podržavaju veći broj načina komunikacije kao na primer kombinacija govora i pokreta [Oviatt].*
- *Sistemi proširene stvarnosti (Augmented reality systems) koji kombinuju realan svet i obradu informacija [Crowley].*
- *Kontekstno računarstvo (Context-aware computing) koje proučava kontekst interakcije u kojoj se nalazi korisnik, koji između ostalog čine faktori kao što su tip i karakteristike korisnika lokacija i uslovi osvetljenja [Crowley].*
- *Sistemi univerzalnog pristupa (Universal Accessibility) projektovani tako da budu upotrebljivi za širok spektar korisnika, uključujući i one sa posebnim potrebama [Shneiderman].*

PROJEKTOVANJE KORISNIČKIH INTERFEJSA DANAS prema standardu ISO 13407...





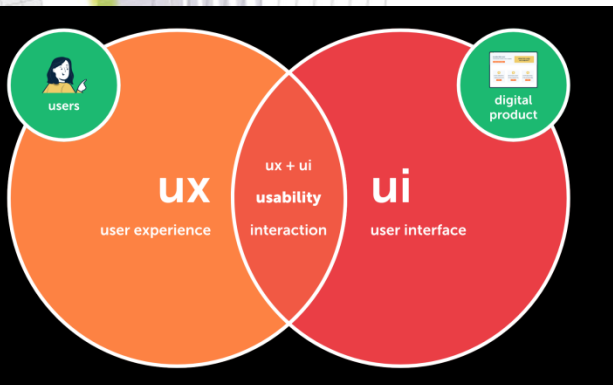
DRUGI DEO

Korisničko iskustvo (user
experience - UX)



KORISNIČKO ISKUSTVO - osnove

- Definicija: *Korisničko iskustvo (User experience UX) predstavlja korisnikov doživljaj i reakcije koje nastaju upotrebom ili očekivanom upotrebom proizvoda, sistema ili usluge.*
- UX se bavi svim aspektima interakcije korisnika i sistema posmatrajući ih iz oba ugla, vizuelnog i funkcionalnog.
- Dobro korisničko iskustvo prevazilazi korisničke zahteve (šta korisnici misle da žele i šta im je potrebno), pokušava da im se približi na nivou zadovoljstva, uživanja, uzbuđenja, oduševljenja, radosti, zabave i da pruži novi doživljaj.
- Možemo dizajnirati proizvode ili usluge, ali ne možemo oblikovati i dizajnirati iskustvo naših korisnika.
- Osnovne dimenzije korisničkog iskustva su percepcija, razumevanje, akcija i emocije.
- Percepcija korisnika uslovljena je okruženjem, razumevanje psihološkim, akcija fizičkim, a emocije ličnim i društvenim kontekstom.



TEHNIKE UX DIZAJNA



- Evaluacija postojećeg sistema – Podrazumeva stručnu holističku procenu postojećeg sistema ili proizvoda, utvrđivanje problema i predlaganje redizajna na osnovu različitih analiza.
- A/B testiranje – Podrazumeva osmišljavanje studije za upoređivanje efikasnosti i kvaliteta iskustva različitih korisničkih interfejsa. Predlaganjem i kreiranjem više verzija dizajna, pokušava se da se utvrdi i definiše „Šta je to bolje iskustvo?“.
- Istraživanje korisnika - intervjuisanje i anketiranje postojećih i potencijalnih korisnika kako bi se stekao uvid o njihovom subjektivnom doživljaju. Najbolji način prikupljanja takvih informacija je proučavanjem i interakcijom sa realnim korisnicima.
- Skice modela i prototipi
- Dijagrami i scenariji toka kretanja korisnika kroz sistem (eng. User flows) i dr.



TREĆI DEO

Interoperabilnost i Ubikvitnost

podsetimo se... INTEROPERABILNOST - definicija



Interoperabilnost je u opštem slučaju sposobnost dva sistema da međusobno razmenjuju informacije.

Neke od najcitiranijih definicija interoperabilnosti su:

- sposobnost za saradnju (*Oxford Dictionary, 2003*);
- sposobnost da dva ili više sistema, ili komponenata razmene informacije između sebe i da nakon toga te iste informacije mogu da koriste. (*IEEE, 1990*);
- sposobnost komunikacije, izvršavanja programa, ili prenosa podataka između različitih funkcionalnih jedinica na način koji zahteva da korisnici imaju malo ili nimalo znanja o jedinstvenim karakteristikama tih jedinica. (*ISO, 2003*);
- stanje postignuto između komunikaciono-elektronskih sistema ili delova komunikaciono-elektronske opreme kada informacije ili usluge mogu da se razmenjuju direktno i na zadovoljavajući način između njih i/ili njihovih korisnika. (*Dod, 2001*);
- sposobnost deljenja i razmene informacija korišćenjem zajedničke sintakse i semantike da bi se omogućile specifične funkcionalne veze aplikacija. (*ISO, 2000*);
- sposobnost da dva ili više sistema ili komponenata razmenjuju i koriste deljene informacije. (*Open Group, 2000*);
- sposobnost sistema da pružaju i koriste servise-usluge od strane drugih sistema i da korišćenjem tako razmenjenih servisa omoguće efikasan zajednički rad. (*Open Group, 2000*);
- sposobnost zasebnih i različitih organizacija da saraduju u smeru postizanja zajednički korisnih i dogovorenih ciljeva, što uključuje razmenu informacija i znanja kroz poslovne procese koje podržavaju, putem razmene podataka između njihovih IKT sistema. (*European Interoperability Framework - EIF v2.0, 2008*)

INTEROPERABILNOST – svojstva



Prema navedenim definicijama interoperabilnost karakterišu sledeća svojstva:

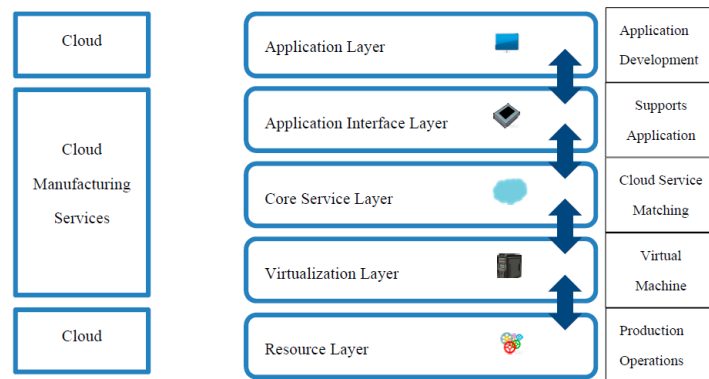
- uključenost dva ili više entiteta (sistema, mreža, uređaja, aplikacija ili komponenata);
- sposobnost za interakciju (npr. zajednički rad, međusobna komunikacija, razmena podataka, informacija i znanja, pružanje i prihvatanje servisa-usluga);
- korisnici treba da imaju malo ili nimalo znanja o jedinstvenim karakteristikama entiteta koji rade zajedno;
- smisao je u postizanju nekog cilja (efikasan zajednički rad, funkcionalno povezivanje različitih aplikacija, razmena i korišćenje informacija i usluga).
- Često se pojam „interoperabilnost“ pogrešno izjednačava sa pojmom „integracije sistema“.
- Integracija u okviru preduzeća odnosi se na: fizičku integraciju (povezivanje uređaja i mašina preko računarskih mreža); integraciju aplikacija (integracija softverskih aplikacija i sistema baza podataka) i poslovnu integraciju (koordinacija funkcija za upravljanje i nadgledanje poslovnih procesa).
- Sa stanovišta povezanosti, integrisani sistemi čvrsto su povezani, odnosno njihove komponente međusobno su zavisne i ne mogu biti izdvojene.
- Za razliku od integrisanih sistema, interoperabilni sistemi slabo su povezani.

INTEROPERABILNOST – okvir i standardi



- Okvir interoperabilnosti može se definisati kao skup standarda i smernica koji opisuje način na koji su se organizacije usaglasile ili bi trebalo da se usaglase da će uzajamno poslovati.
- Okvir interoperabilnosti nije statički dokument, već se sa vremenom mora prilagođavati promenama tehnologija, standarda i administrativnih zahteva.
- Referentni dokument za područje interoperabilnosti u Evropi je **Evropski okvir za interoperabilnost EIF 2.0 - *Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Businesses and Citizens* iz 2010.g.**
- Osim Evropskog okvira za interoperabilnost postoji niz nacionalnih okvira za interoperabilnost u Evropi i svetu koji sadrže konkretne preporuke važećih standarda: ***HKSARG IF (Hong Kong), AGTIF (Australija), eGIF (Velika Britanija), EstIF (Estonija), Nora (Holandija), OIO (Danska), FEA (Sjedinjene Američke Države)*** itd.
- standard o zaštiti privatnosti podataka u oblaku **ISO/IEC 27018**
- **ISO/IEC 19941** - Informacione tehnologije – Računarstvo u oblaku - Interoperabilnost i prenosivost – precizira Cloud Computing interoperabilnosti i prenosivost tipova, odnos i interakcije između ova dva aspekta preseka cloud computing i zajedničke terminologije i koncepata koji se koriste kako bi razgovarali o interoperabilnosti i prenosivost, posebno u vezi cloud servisa.

Arhitektura proizvodnje u oblaku
(Zeid et al, 2019)



INTEROPERABILNOST i integracija – postulati (primer javne uprave)



1.: supsidijarnost i proporcionalnost

2.: otvorenost

3.: transparentnost

4.: mogućnost ponovne upotrebe

5.: tehnološka neutralnost i prenosivost podataka

6.: usmjerenost na korisnika

7.: uključenost i pristupačnost

8.: sigurnost i privatnost

9.: višejezičnost

10.: administrativno pojednostavljenje

11.: očuvanje informacija

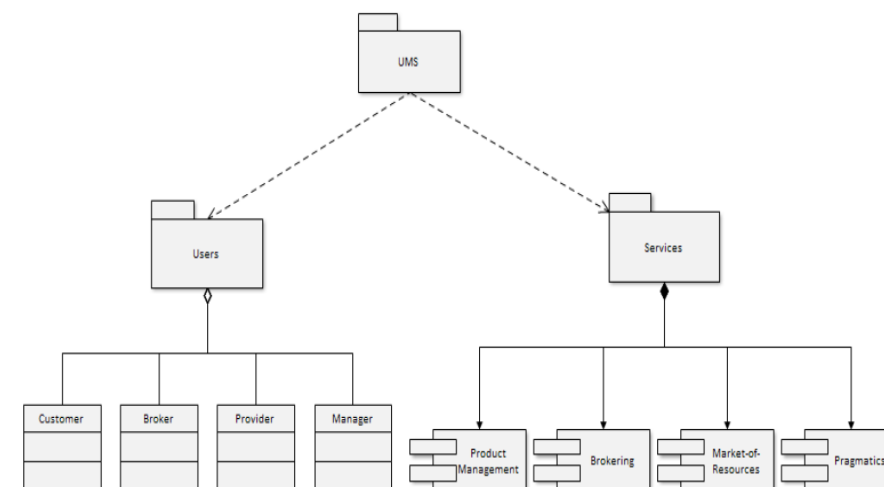
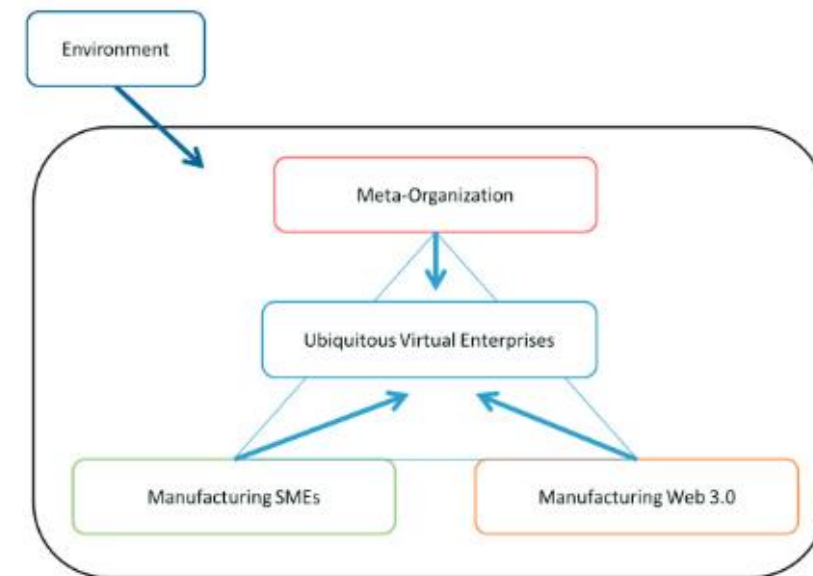
12.: procjena uspješnosti i efikasnosti



INTEROPERABILNOST I META-ORGANIZACIJE



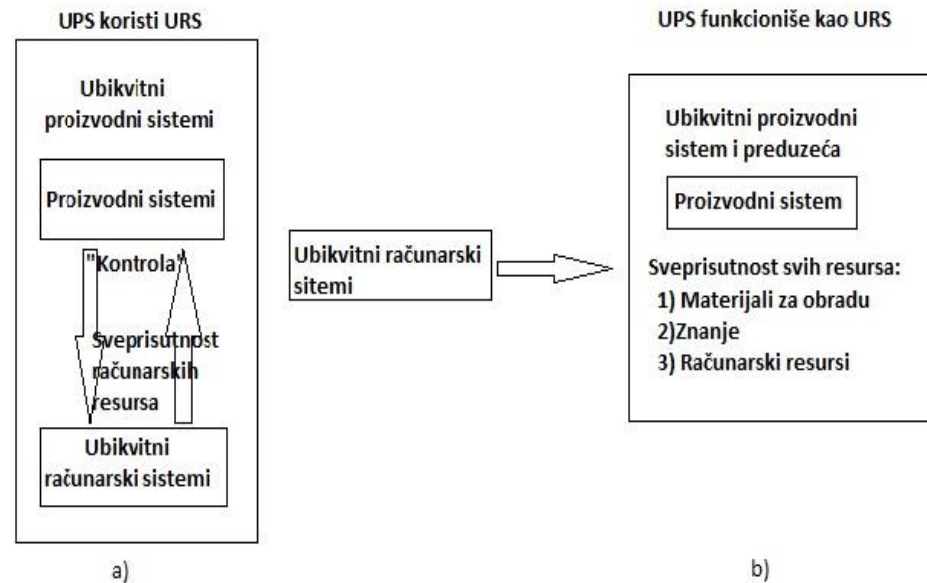
- Različite kompanije odlučuju da podugovaraju deo svojih usluga kako bi se fokusirale na svoj glavni biznis i kako bi poboljšale nivo usluga.
- Meta-organizacije obuhvataju mreže preduzeća ili pojedinaca koji nisu vezani formalnim autoritetom na osnovu radnih odnosa već ih karakteriše zajednički cilj na nivou sistema.
- Meta-organizacije su moderne vrste organizacija - mrežnih i virtuelnih preduzeća, gde veliki broj kompanija radi zajedno bez direktnog kontakta, preko brokera, kao posrednika, koji uređuje odnose među njima.
- Da bi se omogućio visok nivo efikasnosti, kao i drugi funkcionalni zahtevi, neophodno je koncipirati modele meta-organizacije, brokerskih servisa kao okruženja i servisa za operacije i dinamičke rekonfiguracije mrežnih i virtuelnih preduzeća.
- Meta organizacije zahtevaju ubikvitnost, jer su granice sistema fluidne – UMS / UPS (Ubikvitni Proizvodni Sistemi).



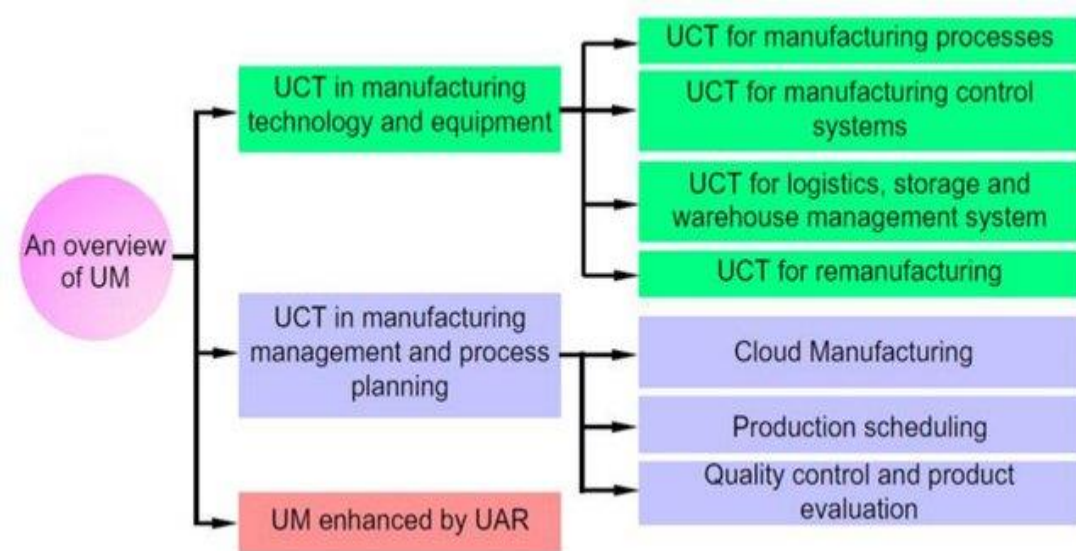
UBIKVITNOST I PROIZVODNI SISTEMI (UPS)



- Ubikvitno je sinonim za sveprisutnost, osobina prisutnosti bilo gde (Wikipedia). Postojanost ili kvalitet bivanja, ili pojavljivanja sveprisutnosti odjednom; stvarna ili pretpostavljena sveprisutnost... Sveprisutnost je mogućnost bivanja na svim mestima istovremeno.
- Ubikvitni Proizvodni Sistem i koncept preduzeća se odnosi na dostupnost upravljanja, kontrolu i operative funkcije proizvodnog sistema i preduzeća bilo kad, bilo gde, koristeći direktnu kontrolu, prenosiive uređaje...
- Ubikvitni Proizvodni Sistem (UPS) podrazumeva sveprisutnost tri opšta tipa resursa u organizacijama (Putnik et al. 2007):
 1. Materijalni resursi za proizvodne procese (npr. mašine alatke i druga proizvodna oprema kao resursi)
 2. Resursi obrade informacija (npr. računarski resursi – obuhvata hardver i softver) i
 3. Resursi znanja (ljudski resursi i veštačka inteligencija).
- Postoje dva sasvim različita koncepta UPS:
 1. Prvi koncept, smatra ubikvitnost kao osnovu proizvodnog sistema, npr. koristeći Ubikvitne Računarske Sisteme (URS), Slika 1. a, dok
 2. Drugi, koji je naš originalni pristup, smatra ubikvitnost proizvodnih sistema kao homorfizam, npr. to je preslikavanje Ubikvitnih Računarskih Sistema (URS)(Putnik et al.; 2004), (Putnik et al.; 2006), (Putnik et al.; 2007).



UBIKVITNO RAČUNARSTVO I PROIZVODNJA



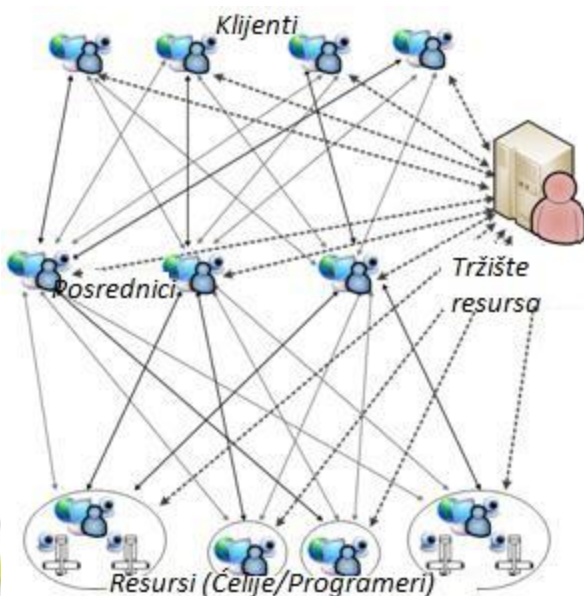
- Lucke & Constantinescu (2010) postavljaju glavni fokus ubikvitnog računarstva na male kontekstualno adaptirane fabrike koje pomažu ljudima i mašinama/sistemima u izvršavanju zadataka.
- Neki koncepti ubikvitnog računarstva se fokusiraju ka prikupljanju informacija tokom životnog veka proizvoda (Suh i saradnici 2008, p. 542).
- Postoji i futuristička vizija ubikvitne proizvodnje je obezbediti automatske fabrike bez ljudi koje mogu automatski prikupljati i konfigurisati porudžbine prema kupčevim željama dok kupcu daju informacije u realnom vremenu o napretku porudžbine (Diegel et al. 2004).
- Iako variraju, većina koncepata ubikvitne proizvodnje fokusira se na prikupljanje podataka i automatizaciju kroz ubikvitne tehnologije.
- Putnik (2010) raspravlja na temu da li ubikvitna proizvodnja znači ubikvitnu dostupnost proizvedene robe, šemu koriscenja ubikvitnog računarstva u procesu proizvodnje uz neophodna znanja ili nešto treće.



ČETVRTI DEO
UPS demonstrator i
projektovanje korisničkog
interfejsa



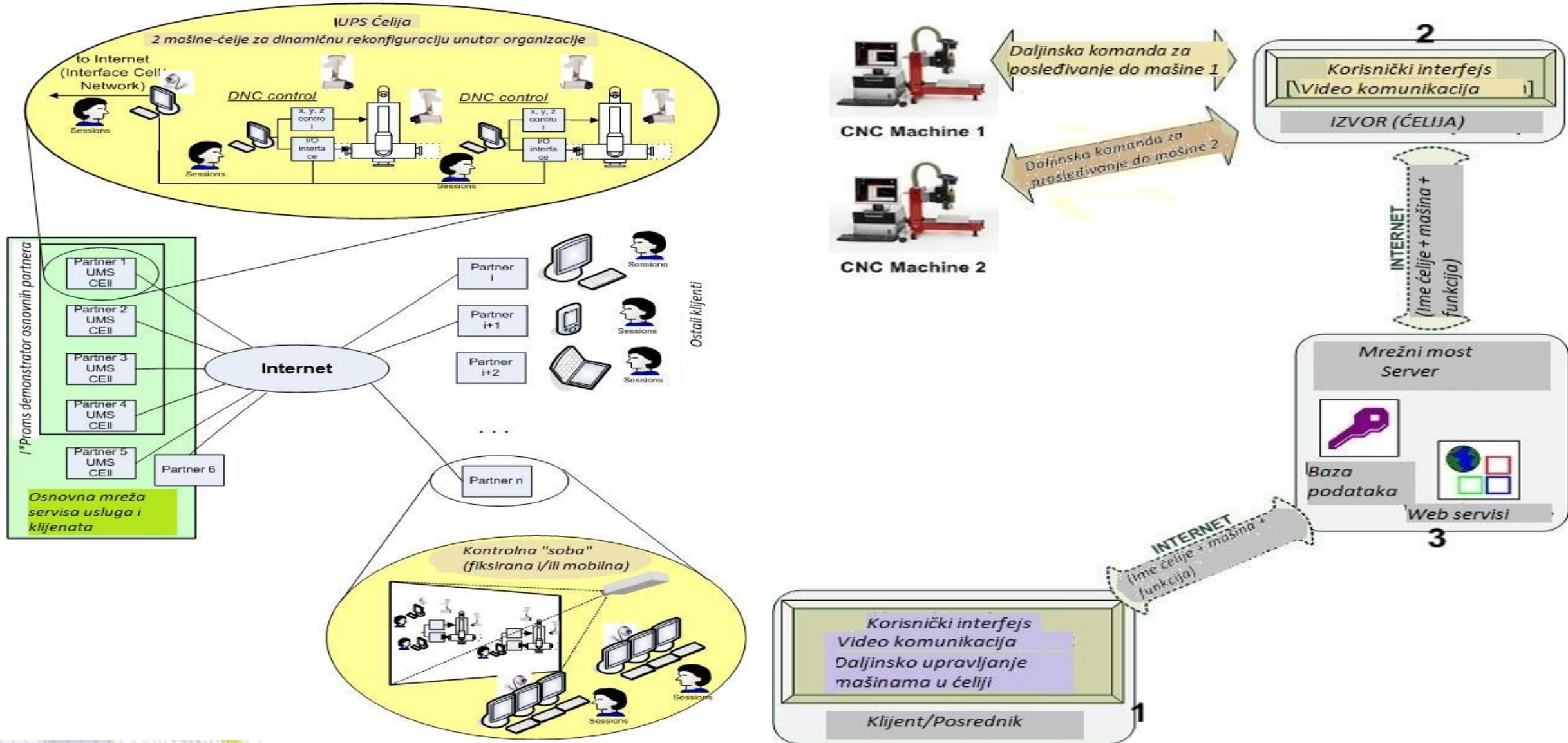
DEMONSTRATOR UPS - struktura



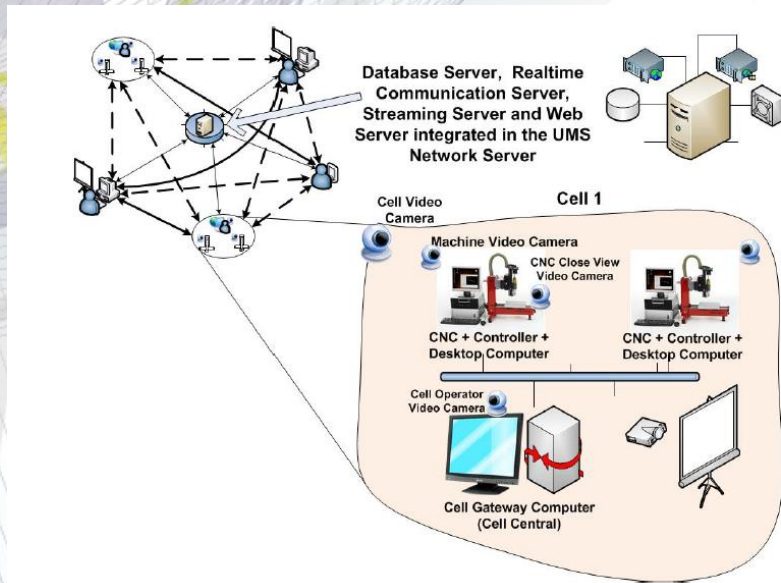
Šema komunikacije korisnika mreže UPS

- Mreža proizvodnih ćelija - demonstrator UPS na Univerzitetu Minho, Portugal sadrži:
- 2 stone niskobudžetne glodalice, uključujući i „otvorenu arhitekturu“ baziranu na CNC softveru za kontrolu
- 2 kompjutera - desktop i video bim koji su povezani sa kontrolorima koji kontrolišu svaku glodalicu i 1 računar kao interfejs između ćelije i mreže preko Interneta
- 2 video sistema za praćenje procesa obrade
- 1 video sistem za npr. klijent/operator komunikaciju
- ...

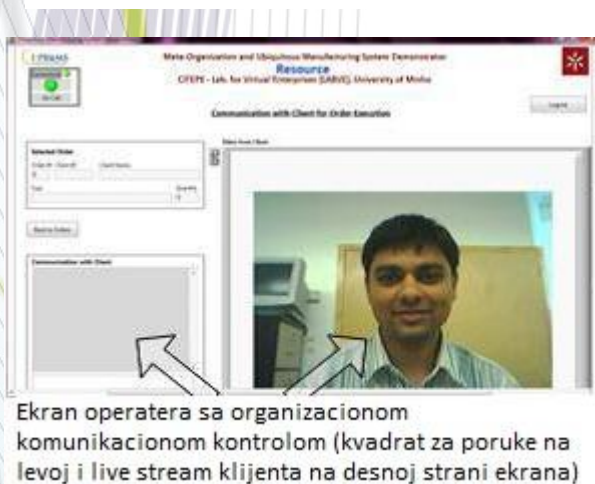
DEMONSTRATOR UPS - upravljanje



DEMONSTRATOR UPS – komunikacija/kolaboracija



Komunikacija čovek – proizvodna ćelija

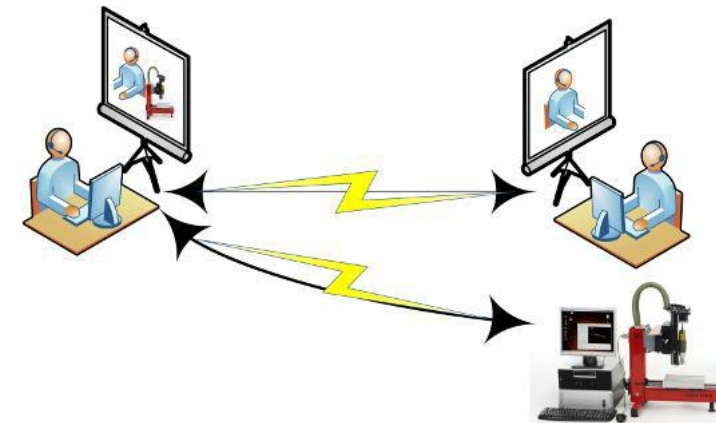


Ekran operatera sa organizacionom komunikacionom kontrolom (kvadrat za poruke na levoj i live stream klijenta na desnoj strani ekrana)



Organizaciona komunikaciona kontrola

Komunikacija klijent - resurs



Komunikacija klijent-broker - proizvodna ćelija

DEMONSTRATOR UPS – korisnički interfejs



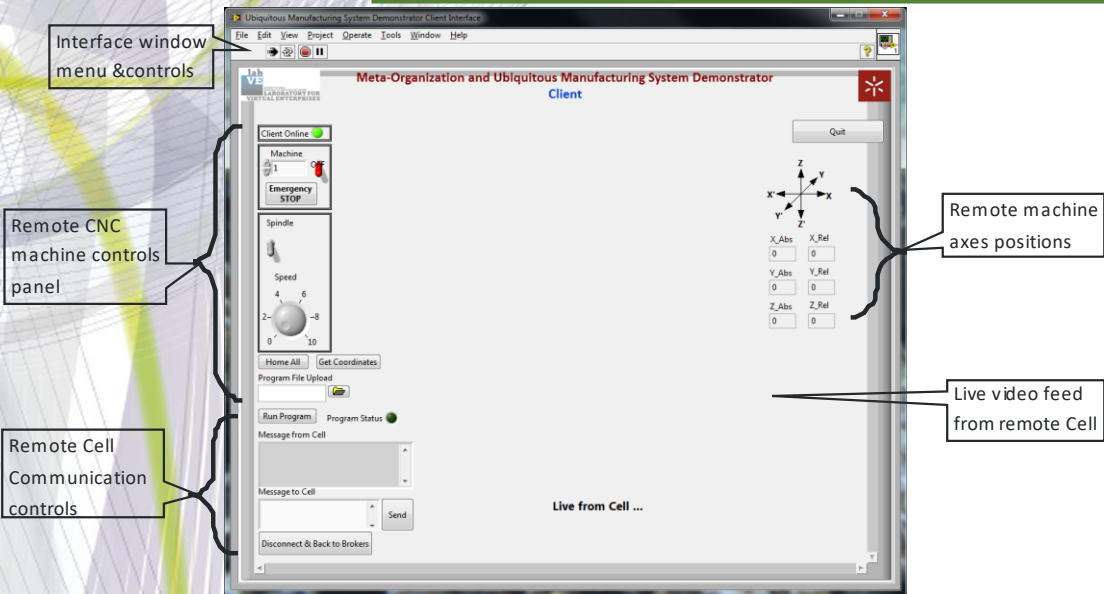
Remote CNC machinecontrols panel



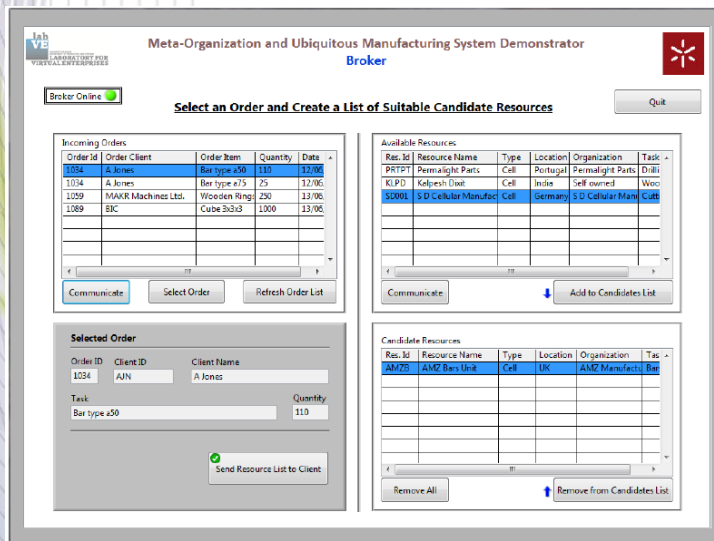
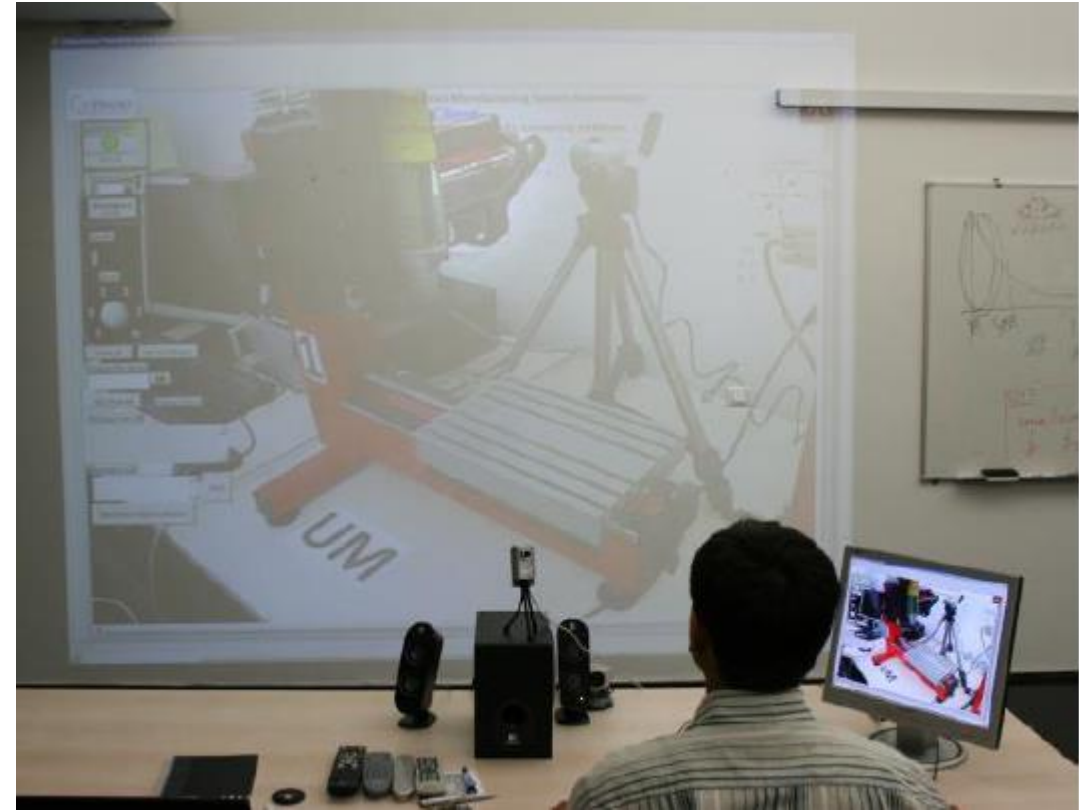
Live video from remote

Razvijena su dva tipa interfejsa: "Wall Interface" vs. "Window Interface" (Spasojevic Brkic et al., 2015)

DEMONSTRATOR UPS – korisnički interfejs



Funkcionalna prezentacija korisničkog interfejsa (Spasojevic Brkic et al., 2014)



Video bim vs. Desktop (Shah et al., 2016; Spasojevic Brkic et al., 2015)

Future factories let workers build a car from home

<https://www.newscientist.com/article/mg21929334-600-future-factories-let-workers-build-a-car-from-home/>

Machines that can be controlled over the internet open up the possibility of factory workers joining the home-working revolution

TECHNOLOGY | ANALYSIS 4 September 2013 By [Paul Marks](#)

Not a human in sight

(Image: Gonzalo Fuentes/Reuters)

THE factories of the future will look very different from those today, with not a person in sight. Instead, workers will log into robot-assisted manufacturing “cells” to make what they want from the comfort of their own home. You won’t even need to be employed by the factory: people on online social networks will be able to log in and set laser cutters and 3D printers to work, bashing out gadgets to order.

That’s the vision of [Goran Putnik](#), an engineer at the University of Minho in Guimarães, Portugal. The “cloud manufacturing” notion he is pioneering aims to extend telecommuting to those with jobs in factories. It will also take the “maker” movement, in which people band together to tinker with electronics, and make it professional.

White-collar workers have been able to [telecommute](#) for some time because the jobs they do – such as freelance writing and translation – essentially involve creating and transmitting digital bits. In roles like manufacturing, however, the revolution has been slower. “Some companies like car parts makers in South Korea are monitoring manufacturing operations remotely – but none are controlling such machines remotely,” says Putnik.

That could soon change. Faster internet, better quality video links and telepresent control interfaces mean manufacturing-at-a-distance is no longer so out of reach. The technologies are already being researched, says Lynne McGregor, lead technologist at the UK government’s Technology Strategy Board (TSB).

For instance, the TSB is part-funding a £1.5 million project in which the Ford Motor Company and Autodesk, a firm that designs 3D software, will work out how to feed sensor data from machinery back to augmented reality user interfaces. “That could easily be used for remote manufacturing,” she says.

Putnik’s team set up a manufacturing “cell” in their lab containing an internet-connected machine tool. Then, 2350 kilometres away in Serbia, prof. Vesna Spasojevic-Brkic asked her engineering students at the University of Belgrade to log on and try to control the machine.

“Students in Serbia logged on and used a machine tool in Portugal to cut foam shapes”

It worked surprisingly well: they successfully uploaded a design program, controlled the machine and cut foam test pieces with it – even pressing the tool’s emergency shutdown button when [danger loomed](#). The students tested multiple user interfaces and found that the best ones filled their PC screen, maximising their view of the machine, with control buttons overlaid on the video. This suggests that projecting remote control interfaces onto a wall could give the most convincing experience.

Cloud manufacturing could put power in the hands of professional makers, says Putnik, letting them sell their skills worldwide. Groups of people could collaborate on social networks too, to agree designs and get products made. And companies could hire skilled operators to manufacture goods on demand. “The idea here is to completely democratise manufacturing,” Putnik says.

Iain Todd at the University of Sheffield, UK, likes the idea but sees an obvious risk. “The owners of these very expensive manufacturing facilities will have to have nerves of steel to let unknown people many miles away use their kit over the internet.”

This article appeared in print under the headline “Make a car from your sofa”



TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS

- Istraživanje se odvijalo na Mašinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu i Univerzitetu Minho u Guimaraes-u, Portugal, u jednoj od učionica, odnosno laboratoriji.
- Ispitanici su studenti i studentkinje Mašinskog fakulteta starosti između 20 do 30 godina.
- Ispitivanje se vršilo u dve faze.
- U prvoj fazi, svaki ispitanik je pojedinačno koristio dve demo verzije softvera za daljinsko upravljanje proizvodnjom, Wall i Window. Upravljalno se CNC mašinom koja se nalazila u laboratoriji Univerziteta Minho u Bragi. Ispitivanje se vršilo na 2 različita tipa ekrana: Video bim i Desktop. Ispitanici su dobili uputstvo za upotrebu/definisan zadatak. Po završetku testiranja, ispitanici su popunjavali anketu na osnovu iskustva koje su stekli testiranjem. Ova faza ima za zadatak da se ispita koja verzija softvera je bila prihvatljivija za ispitanike i na kom ekranu.
- U drugoj fazi se ispitivanje vršilo u grupama od po dva ispitanika, isto testirajući obe demo verzije softvera i dve veličine ekrana po uputstvu za upotrebu/zadatku. Cilj ove faze je da se ispita da li pojedinac ili grupa/tim ima bolje rezultate pri daljinskom upravljanju u UPS.

UPUTSTVO / ZADATAK ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



Zadatak

1. Startovati *Window*
2. Kliknuti na **Get Machine Status** i uočiti trenutne apsolutne i relativne koordinate ose
3. Kliknuti na X osu – **Select Axis**
4. Potvrditi X osu – **Home Axis**
5. Ponoviti postupak redom za Y i Z osu kako bi se sve ose centrirale
6. Kliknuti na **Get Machine Status**. Da li primećujete promenu apsolutnih i relativnih koordinata?
7. Zadati neku brzinu i kliknuti na **Move Axis**. Uočiti pomeranje ose.
8. Zaustaviti osu klikom na **Stop Axis**
9. Kliknuti na **Select Program to Upload** i sa desktopa odabrati program **Square**
10. Uočiti promenu **Program Statusa**. Umesto **Running**, pojaviće se **Idle**. (Do tada se mašina vraća u početnu poziciju)
11. Zatvoriti program klikom na **Quit**
12. Pokrenuti *Wall* i maksimizirati ga
13. Ponoviti korake od 2.-10.
14. Probati komandu **Spindle**
15. Zatvoriti program klikom na **Quit**

ANKETA ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



Anketa: Ubiquitous Manufacturing Systems Remote Client Interface Experiment

1. Karakteristike ispitanika

Pol	M	Ž			
Godine	_____				
Prosečna ocena na fakultetu	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	
Stil učenja	Samostalno	Mala grupa	Velika grupa		
Kompjutersko obrazovanje	Vrlo loše	Loše	Dobro	Vrlo dobro	Odlično
Sposobnost prenošenja znanja	Vrlo loše	Loše	Dobro	Vrlo dobro	Odlično
Želja upoznavanja novih softvera	Nikakva	Mala	Srednja	Solidna	Ogromna

2. Karakteristike grupe

Kompozicija (popunjavanje kontrolor)		Homogena (sličnih smo osobina)		Heterogena (različitih smo osobina)		
Optimalna veličina grupe po vama		2	3	4	5	7

U NAREDNIM PITANJIMA ZAOKRUŽITE ILI NAPIŠITE ODGOVARAJUĆU VREDNOST, PRI ČEMU JE

- 1. Apsolutno se ne slažem sa iskazom**
- 2. Ne slažem se sa iskazom**
- 3. Delimično se slažem sa iskazom**
- 4. Slažem se sa iskazom**
- 5. U potpunosti se slažem sa iskazom**

ANKETA ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



3.1. Efektivnost

Procenat realizacije zadatka

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

Tačnost realizacije zadatka

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

Broj naučenih funkcija
(zaokruži svaku naučenu)

1. Pozicioniranje osa
2. Upload programa
3. Određivanje brzine
4. Zaustavljanje programa
5. Znam da daljinski upravljam mašinama

Da li je moguće odrediti brzinu pre odabira ose?

Da Ne

Broj ostvarenih grešaka

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

3.2. Efikasnost

Vreme izvršenja zadatka (unos kontrolora eksperimenta)

_____ min _____ s

Uloženi mentalni napor

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

Komunikacija između učesnika

Nikakva Slaba Dobra Vrlo dobra Odlična

ANKETA ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



Vreme provedeno u korekciji grešaka (unos kontrolor eksperimenta)

_____min _____s

3.3. Zadovoljstvo učesnika interfejsom

3.3.1. Sadržaj

C1. Da li program/interfejs nudi sve potrebne informacije?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

C2. Da li su informacije odgovarajuće?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

C3. Da li program/interfejs nudi tačno one informacije koje su vam potrebne?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

C4. Da li program/interfejs nudi premalo informacija?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

3.3.2. Tačnost

A1. Da li je program/interfejs dovoljno precizan?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

A2. Da li ste zadovoljni tačnošću programa?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

3.3.3. Oblik

F1. Da li je dobro prikazan output/interfejs na ekranu?

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

ANKETA ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



F2. Da li su informacije jasno vidljive na ekranu?

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

3.3.4. Jednostavnost upotrebe

E1. Da li je program/interfejs „user friendly“?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

E2. Da li je program/interfejs težak za upotrebu?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

3.3.5. Pravovremenost

T1. Da li su vam kasnile potrebne informacije?

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

T2. Da li program/interfejs ažurira informacije

Wall	1	2	3	4	5
Window	1	2	3	4	5

4. Kolaborativno okruženje

4.1. Kolaborativni napor

(1) „Moj partner je radio sa mnom na izvršenju zadatka.“

1 2 3 4 5

(2) „Nisam pomogao/la mom partneru.“

1 2 3 4 5

4.2. Uključenost

(1) „Da li ste bili uključeni u komunikaciju i zadatak u toj meri da ste izgubili pojam o vremenu i mestu?“

1 2 3 4 5

(2) „ Da li vam je nesto sa strane ometalo pažnju tokom izvršenja zadatka?“

1 2 3 4 5

ANKETA ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



(3) „Bio sam aktivan učesnik u zadatku.“

1 2 3 4 5

(4) „Uživao sam u ovom iskustvu.“

1 2 3 4 5

4.3. Svesnost

(1) „Svestan sam drugih učesnika u istraživanju.“

1 2 3 4 5

(2) „Svestan sam postupaka drugih učesnika u istraživanju.“

1 2 3 4 5

4.4. Osećajnost

(1) „Da li ste imali osećaj da ste u portugalskoj laboratoriji?“

1 2 3 4 5

(2) „Dok radite zadatak da li imate osećaj da je mašina pored vas?“

1 2 3 4 5

4.5. Reprezentativna tačnost

Realni prikaz okruženja

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

Jasan prikaz pomeranja objekta

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

Doslednost ponašanja objekta

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

ANKETA ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



Sadržaj radnje koji uključuje kontrolu, upravljanje i manipulaciju objekta

Wall interface			Window interface		
Tablet	Desktop	Video bim	Tablet	Desktop	Video bim

Kontrolna pitanja

1) U „Wall interface“ za eksperimentalne svrhe, apsolutne vrednosti su prikazane u transparentnim (providnim), a relativne vrednosti u belim pravougaonicima. Koje su vam vidljivije i lakše za uočavanje?

- a) Transparentni (providni) pravougaonici
- b) Beli pravougaonici
- c) Isto mi je

2) Zaokružite koji od ova dva interfejsa je bolji u sledećim kategorijama

- | | | |
|----------------------------------------------|------|--------|
| a) Prikaz celokupnog interfejsa | Wall | Window |
| b) Prikaz kontrola | Wall | Window |
| c) Prikaz relativnih i apsolutnih koordinata | Wall | Window |
| d) Vidljivost | Wall | Window |
| e) Ponuđene upravljačke funkcije | Wall | Window |

3) Najbrže i najbolje se uči na:

- a) Tablet
- b) Desktop
- c) Video bim

STATISTIČKA ANALIZA ANKETE ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



Anketa pitanja

3.1, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.4 i 3.3.5

Analiza varijanse

Ukazuje na to da postoje visoko značajne razlike između wall i wind kod **sveukupnosti informacija** ($p=0.000963^{**}$), i statistički značajne razlike kod **malo informacija** ($p=0.0197^{*}$)

Poređenja rezultata wall-windows

Korak 1 Deskriptivna statistika, sredina, medijana, standardna devijacija i koeficijent varijacije

Korak 2 Na osnovu podataka dobijenih na osnovu deskriptivne statistike vršena su odgovarajuća poređenja između wall i window.

Kada je koeficijent varijacije veći od 30% ili je testom znakova za medijanu pokazano da medijana značajno odstupa od sredine uzorka (excel), poređenje je rađeno U*testom Mann-Whitney-a.

U ostalim slučajevima poređenje je rađeno preko t-testa za vezane uzorke i z-testom s obzirom na veličinu uzorka (statistica). Za ocenu se koristi z-test jer je pouzdaniji od t-testa, uz pretpostavku da se podaci ponašaju po normalnoj raspodeli.

			p nivo
% REALIZ WA	=	% REALIZ WI	
TACNA REAL WA	>>	TACNA PROC WI	0.0083**
SVEUKUPNOST INF WA	=	SVEUKUPNOST INFO WI	
ODGOVARAJUCE INF WA	=	ODGOVARAJUCE INF WI	
POTREBNE INF WA	=	POTREBNE INF WI	
MALO INFORM WA	>	MALO INFORM WI	0.0479*
PRG PRECIZ WA	=	PRG PRECIZ WI	
PRG TACAN WA	=	PRG TACAN WI	
PRG USER FRENLY WA	=	PRG USER FRENLY WI	
PRG TEZAK WA	<<	PRG TEZAK WI	0.0004**
INF KASNE WA	<<	INF KASNE WI	0.0**
AZURIRANJE PRG WA	>>	AZURIRANJE PRG WI	0.0**

>> statistički visoko značajno veće ili manje (u odnosu na nivo značajnosti 0.01)

> statistički značajno veće (u odnosu na nivo značajnosti 0.05)

= ne postoji statistički značajan uticaj

Primer analize poredjenja Wall i
Window interfejsa:

STATISTIČKA ANALIZA ANKETE ZA TESTIRANJE KORISNIČKOG INTERFEJSA DEMONSTRATORA UPS



Zaključci - primeri:

- Poređenje između grešaka koje su napravili pojedinci i grupe, pokazuju da je broj pojedinaca sa dve greške pod windows-om statistički značajno veći od grupa koje su napravile dve greške
- Broj grešaka homogenih grupa je veći od broja grešaka heterogenih grupa
- Pojedinaac duže radi na desktopu nego na video bimu
- Pojedinaac duže radi na Window nego na Wall interfejsu
- Prikaz outputa/intrefrejsa kod wall je bolji nego kod windowsa kada se eksperiment sprovodi preko desktopa
- Informacije su mnogo bolje vidljive kod Wall u odnosu na Window kada se radi preko desktopa
- Prikaz okruženja je mnogo realniji kod Wall-a nego kod Window kada se radi preko desktopa
- Mentalni napor je manji kada se radi na desktopu u odnosu na video bim pri korišćenju Window
- Vidljivost informacija je bolja na desktopu nego na wideo bimu kada se koristi Window
- Okruženje je realnije prikazano na desktopu nego na video bimu kada se koristi Window
- Uloženi mentalni napor je mnogo veći kod video bima u odnosu na desktop
- Prikaz outputa je mnogo bolji kod video bima u odnosu na desktop
- Informacije su mnogo jasnije na video bimu u odnosu na desktop
- Realni prikaz okruženja je mnogo bolji kod desktop-a nego kod video bimu
- Doslednost ponašanja objekta je mnogo bolje uočiti na desktopu nego na video bimu
- I drugi...