

Razširjena resničnost

Augmented reality

Patrik Pucer

Univerza na Primorskem,
Visoka šola za zdravstvo
Izola, Polje 42, 6310 Izola

Korespondenca/ Correspondence:

Patrik Pucer, Univerza na
Primorskem, Visoka šola
za zdravstvo Izola, Polje
42, 6310 Izola,
Tel.: +386-5-6626479,
E-pošta: patrik.pucer@
vszi.upr.si

Ključne besede:

razširjena resničnost,
navidezni predmet,
pomoč, vodnik, simulator

Key words:

augmented reality,
virtual object, help,
guide, simulator

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2011;
80: 578–85

Prispelo: 15. okt. 2010,
Sprejeto: 22. mar. 2011

Izvleček

Dandanes lahko na enostaven in hiter način pridemo do večine informacij, ki si jih zaželim ali jih potrebujemo. Kadar koli in kjer koli lahko dostopamo do informacij različnih oblik (pisnih, slikovnih, zvočnih ali video) z napravami, kot sta osebni računalnik in mobilni telefon. Vsak dan se srečujemo z informacijami, ki jih lahko pojmuujemo kot navidezni predmeti oz. predmeti, ki so del navideznega sveta računalnikov, z njimi delamo in jih uporabljamo.

Vsakdo si je verjetno vsaj enkrat želel povleči omenjene navidezne predmete iz sveta računalnikov v stvarno okolje in tako pomešati navideznost z resničnostjo. V taki mešani resničnosti resnični in navidezni predmeti sobivajo v istem okolju. Resničnost, v kateri uporabnik opazuje in uporablja stvarno okolje, ki je nadgrajeno z navideznimi predmeti, imenujemo razširjena resničnost.

V članku opisujemo bistvene značilnosti razširjene resničnosti. Poleg temeljnih pogojev, ki opredeljujejo neko resničnost kot razširjeno resničnost, predstavljamo bistvene gradnike (strojna in programska oprema), ki omogočajo pogled v razširjeno resničnost. Navajamo nekaj konkretnih možnosti, kako lahko razširjeno resničnost uporabimo. Glede na odvisnost od informacij in funkcij, ki jih ponuja razširjena resničnost, lahko možne načine uporabe razdelimo v tri skupine, ki so pomoč, vodnik in simulator.

Abstract:

Today we can obtain in a simple and rapid way most of the information that we need. Devices, such as personal computers and mobile phones, enable access to information in different formats (written, pictorial, audio or video) whenever and wherever. Daily we use and encounter information that can be seen as virtual objects or objects that are part of the virtual world of computers.

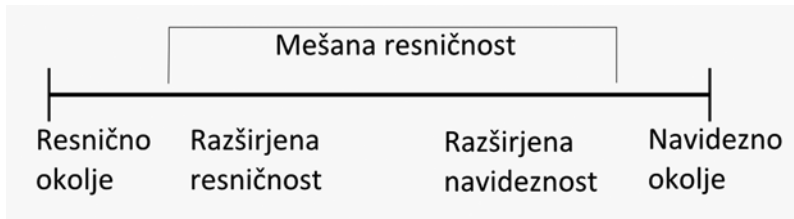
Everyone, at least once, wanted to bring these virtual objects from the virtual world of computers into real environments and thus mix virtual and real worlds. In such a mixed reality, real and virtual objects coexist in the same environment. The reality, where users watch and use the real environment upgraded with virtual objects is called augmented reality.

In this article we describe the main properties of augmented reality. In addition to the basic properties that define a reality as augmented reality, we present the various building elements (possible hardware and software) that provide an insight into such a reality and practical applications of augmented reality. The applications are divided into three groups depending on the information and functions that augmented reality offers, such as help, guide and simulator.

Uvod

Dandanes si lahko na enostaven in hiter način priskrbimo večino informacij, ki si jih zaželim in jih potrebujemo. Večina informacij je bistveno lažje dostopnih, te pa nikakor niso omejene le na vremensko

napoved ali zadnjo novico iz tujine ali domovine. Tako lahko pridemo do informacij o poti do najbližje avtobusne postaje, o stroških naslednjega tehničnega pregleda našega avtomobila ali o naši bolezni. Pri pridobivanju informacij nismo časovno ali krajevno omejeni, kar pomeni, da lahko pri-



Slika 1: Kontinuum realnost-navideznost.²

demo do informacij kadar koli in kjer koli z uporabo naprav, kot sta osebni računalnik in mobilni telefon.¹ Informacije, ki se nahajajo v navidezem svetu računalnikov, lahko pridobimo v različnih oblikah (v pisni, slikovni, zvočni ali video obliki) in jih lahko pojmujejo kot navidezne predmete. Če bi omenjene navidezne predmete pomešali s stvarnim okoljem, bi dobili mešanico stvarnega in navideznega sveta.

Kontinuum realni svet-navidezni svet

Milgram s sodelavci je omenjeno mešanico realnega in navideznega sveta opredelil kot mešana resničnost (*angl.* mixed reality) in tako postavil temelj za kontinuum realnost-navideznost (Slika 1).²

Slika 1 prikazuje, da je mešana resničnost tista resničnost, ki se nahaja med popolnoma navideznim okoljem in popolnoma real-

nim okoljem. Taka resničnost je sestavljena iz razširjene navideznosti (*angl.* augmented virtuality) in razširjene resničnosti (*angl.* augmented reality). Pri razširjeni navideznosti je okolje (svet uporabnika) večinoma navidezno in razširjeno z resničnimi predmeti. Pri razširjeni resničnosti pa je okolje (svet uporabnika) večinoma resnično in razširjeno z navideznimi predmeti.

Kaj je razširjena resničnost?

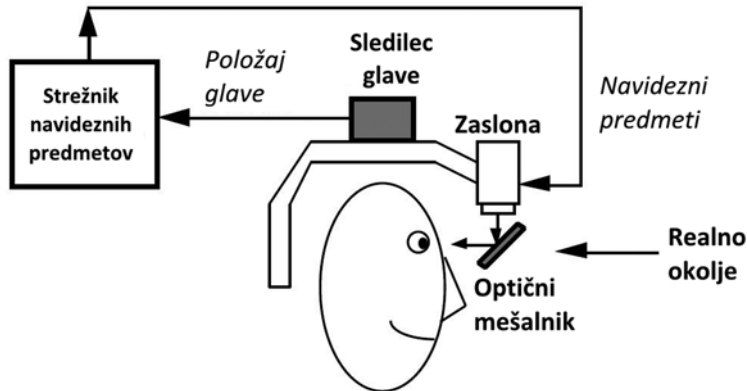
Razširjena resničnost je resničnost, kjer uporabnik opazuje in uporablja resnično okolje, ki je razširjeno (nadgrajeno) z (računalniško ustvarjenimi) navideznimi predmeti. V takšnem okolju se uporabniku zdi, kot da resnični in navidezni predmeti sobivajo v istem okolju (Slika 2).

Razširjena resničnost ima tri bistvene značilnosti:⁴

1. računalniško ustvarjeni navidezni predmeti in resnično okolje nastopajo združeno;
2. navidezni predmeti so ustvarjeni v resničnem času, njihov videz in odziv pa morata biti odvisna od uporabnika in sprememb v okolju;



Slika 2: Primer razširjene resničnosti, kot jo vidi uporabnik.³



Slika 3: Optično prepustni naglavni prikazovalnik.⁸

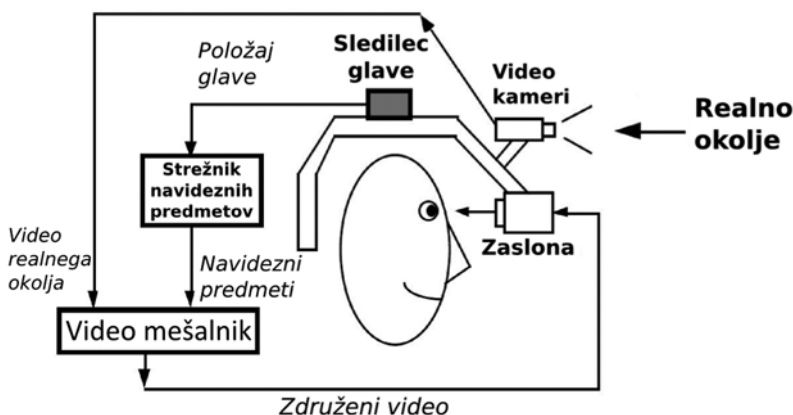
3. resnični in navidezni predmeti morajo delovati usklajeno, sicer je iluzija sobivanja resničnega in navideznega ogrožena.

Gradniki razširjene resničnosti

Vsak sistem za razširjeno resničnost potrebuje specifično strojno in programsko opremo, da bi lahko ustvaril resničnost, ki ustreza bistvenim značilnostim razširjene resničnosti. Tak sistem je v splošnem sestavljen iz štirih temeljnih gradnikov.⁵ Ti so:

1. sledilni sistem, ki omogoča sledenje uporabnikovega položaja in smer pogleda;
2. strežnik navidezni predmetov, ki shrani niz navidezni predmetov, ki jih potrebuje določen sistem razširjene resničnosti, in izvrši upodabljanja (*angl.* »rendering«) navidezni predmetov, ki to potrebujejo;
3. prikazovalnik, ki omogoča pogled v razširjeno resničnost;
4. naprave za interakcijo oz. uporabniški vmesniki, ki omogočajo upravljanje ra-

Slika 4: Video prepustni naglavni prikazovalnik.⁸



čunalniško ustvarjenih navidezni predmetov.

1. Sledilni sistem

Osrednja naloga sledilnega sistema je, da sledi uporabnikovega položaju in smeri pogleda. Sistem uporablja za sledenje različne tehnologije, kot so kamera (ali druga optična tipala), pospeškometer,⁶ sistem globalnega določanja položaja (*angl.* Global Positioning System, GPS), identifikacija z radijskimi valovi (*angl.* Radio Frequency Identification, RFID) in brezžična tipala. V odvisnosti od uporabljene sledilne tehnologije lahko sledilne sisteme razdelimo v tri skupine. Prva skupina so senzorski sledilni sistemi (*angl.* sensor based), pri katerih sledenje temelji na senzorjih, kot so npr. magnetni, zvočni, optični, mehanski ali inercialni (pospeškometri in žiroskopi). Druga skupina so sledilni sistemi, ki temeljijo na vidu (*angl.* vision based). Za sledenje uporabljajo grafična ali pisna znamenja (*angl.* marker), naravne značilnosti (točke, črte, robove, teksture) ali modele značilnosti slednih predmetov. Tretja, najbolj robustna skupina, so hibridni (*angl.* hybrid) sledilni sistemi. Ti sistemi namreč za sledenje uporabljajo hkrati več omenjenih sledilnih sistemov in tako izničijo slabosti, ki se pojavljajo pri posameznih sistemih. Ker sledilni sistem sledi uporabnikovega položaju in smeri pogleda, je odgovoren za natančno orientiranje in postavitve navidezni predmetov v trenutno resnično okolje uporabnika.

2. Strežnik navidezni predmetov

Strežnik navidezni predmetov je običajno osebni računalnik ali naprava s podobno zmogljivostjo. Osrednja naloga takšnega računalniškega sistema je streženje oz. ponujanje (zvočnih in grafičnih) navidezni predmetov, ki jih potrebuje določen sistem razširjene resničnosti. Strežnik skrbi tudi za hranjenje navidezni predmetov ter izvršuje upodabljanje navidezni predmetov. Storitve upodabljanja izkoristijo grafični navidezni predmeti, pri katerih moramo končno grafično podobo upodobiti iz njihovega surovega modela, ki se hrani na strežniku. Samo tako lahko ustvarimo ustrezen pogled

Slika 5: Projekcijski naglavni prikazovalnik.⁹



oz. podobo takšnih grafičnih navideznih predmetov,⁷ ki so navadno razviti z uporabo programskih orodij za grafično prostorsko oz. tridimenzionalno modeliranje in animiranje (npr. orodja Maya, 3D Max, Blender).

Podobe ter pravilni trenutki in položaji nastopa navideznih predmetov so odvisni od uporabnikovega položaja in smeri pogleda. Strežnik navideznih predmetov in sledilni sistem, ki sledita uporabnikovemu položaju in smeri pogleda, omogočata popolno prelivanje navideznih predmetov v trenutno resnično okolje uporabnika s pomočjo postopka registracije. Registracija je usklajevanje navideznih predmetov z resničnim okoljem.

3. Prikazovalnik

Prikazovalnik s pomočjo optičnih in video tehnologij uporabniku omogoča pogled na resnično okolje, ki je razširjeno z navideznimi predmeti (t. i. pogled v razširjeno resničnost). Prikazovalnike delimo v štiri skupine: naglavne, ročne, prostorske in zaslonske.

Naglavni prikazovalnik

Naglavni (*angl.* head-mounted) prikazovalnik ponuja najbolj neposreden način

vizualizacije, saj popolnoma pokriva vidno polje uporabnika. Obstajajo štiri različice takšnih prikazovalnikov, ki jih razdelimo glede na metodo prikazovanja razširjene resničnosti, in sicer na optično prepustne, video prepustne, mrežnične in projekcijske.

Pri optično prepustnem (*angl.* optical see-through) naglavnem prikazovalniku (Slika 3) se prikazovanje razširjene resničnosti izvede s pomočjo optičnega mešalnika, ki se nahaja v vidnem polju uporabnika. Optični mešalnik je delno prepusten/prosojen in delno odseven element prikazovalnika. Prepustna oz. prosojna značilnost mešalnika omogoča uporabniku pogled v resnično okolje, odsevna značilnost pa omogoča pogled na navidezne predmete, ki jih predvajata vgrajena zaslona.

Pri video prepustnem (*angl.* video see-through) naglavnem prikazovalniku (Slika 4) dva zaslona (za levo in desno oko) pokrivata vidno polje uporabnika. Resnično okolje zavzame dve video kameri, ki sta postavljeni pred vidnim poljem uporabnika. Video resničnega okolja se združi z navideznimi predmeti s pomočjo video mešalnika, ki ustvari združeni video. Zaslona, ki pokrivata vidno polje uporabnika, predvajata združeni video navideznih predmetov in resničnega okolja in tako omogočata pogled na razširjeno resničnost.

Pri mrežničnem (*angl.* retinal) naglavnem prikazovalniku opazovanje razširjene resničnosti ali navideznih predmetov ne poteka prek zaslonov kot pri video prepustnem ali optično prepustnem prikazovalniku. Uporabnik tu pridobi potrebne prikaze neposredno na mrežnico očesa. Prikazovalnik dobesedno nariše potrebne prikaze na mrežnico uporabnika z nizkoenergijskim optičnim virom (laser, svetleča dioda LED).

Pri projekcijskem (*angl.* projective) naglavnem prikazovalniku (Slika 5) nekaj miniaturnih projektorjev projicira prikaz navideznih predmetov na odsevni material, ki je strateško nameščen v vidno polje uporabnika. Odsevni material tako odbija projicirani prikaz navideznih predmetov v vidno polje uporabnika in omogoča pogled na razširjeno resničnost.



Slika 6: Ročni prikazovalnik.¹⁰

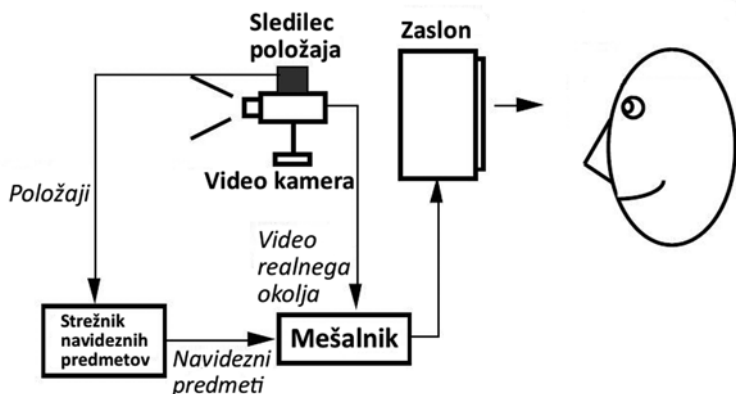
Ročni prikazovalnik

Ročni (*angl.* handheld) prikazovalnik (Slika 6) deluje kot lupa ali okno, skozi katero uporabnik lahko opazuje razširjeno resničnost. Naprave, ki jih uporabljamo kot ročne prikazovalnike v sklopu razširjene resničnosti, so pametni mobilni telefoni, dlančniki ali tablični računalniki. Zaradi priročnosti, zmogljivosti in razširjenosti so to trenutno najbolj uporabljene naprave v sklopu razširjene resničnosti. Omenjene naprave zavzamejo sliko realnega okolja z uporabo vgrajene ali zunanje kamere.

Prostorski prikazovalnik

Prostorski (*angl.* spatial, projection based) prikazovalnik prikazuje navidezne predmete neposredno na resnične predmete ali površine. Pri uporabi takšnega prikazovalnika si ni potrebno nadeti ali nositi ničesar.

Slika 7: Zasloni prikazovalnik.⁸



sar. Tak prikazovalnik navadno uporabljamo pri uporabnikih, ki sodelujejo¹¹ v skupinah in opazujejo hkrati določeni predmet, objekt, pojav ali dogajanje (npr. predstavljane projektov in idej v gradbeništvu ali arhitekturi,¹² igranje namiznih iger,¹³ pregled posnekov CT, MRI ali ultrazvoka).

Zaslonski prikazovalnik

Zaslonski prikazovalnik (Slika 7) navadno uporabljamo pri razvoju in testiranju sistemov za razširjeno resničnost. Deluje po istem načelu kot video prepustni, vendar pri zajemanju realnega okolja običajno uporablja le eno kamero.

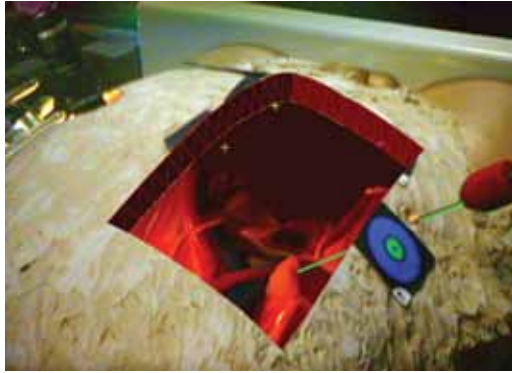
4. Naprave za interakcijo

Naprave za interakcijo oz. uporabniški vmesniki omogočajo upravljanje navideznih predmetov. Omenjene naprave se najpogosteje pojavijo v obliki klasičnih računalniških vmesnikov, kot so tipkovnica, miška, igralna palica ali prepoznavanje govora. Uporabljamo pa tudi vmesnike, ki so bolj znani v navideznem svetu (rokavica, tridimenzionalna miška). S pomanjšanjem naprav in z razvojem tehnologije se počasi uveljavljajo naprednejši vmesniki, kot so haptični¹⁴ in opredmeteni uporabniški vmesniki (*angl.* tangible user interfaces). Haptični vmesnik je naprava, ki s povratno silo simulira uporabnikov dotik navideznih predmetov. Opredmeteni vmesniki so vmesniki, s katerimi lahko uporabniki upravljajo navidezne predmete s fizičnimi oz. z resničnimi predmeti (npr. ročne kretnje,^{15,16} koza-rec, svinčnik).

Uporaba razširjene resničnosti

Razširjeno resničnost lahko uporabimo vsepovsod, saj s koristnimi informacijami, ki jih ponudi v obliki navideznih predmetov, pokriva vse panoge. Zaradi sodobne narave prikazovanja, obdelave in shranjevanja informacij jo lahko uvrstimo ob bok današnjim informacijsko-komunikacijskim tehnologijam (v nadaljevanju IKT). Predpogoj za učinkovito uporabo razširjene resničnosti je torej, da so uporabniki (zdravstveni delavci, bolniki, študenti ipd.) ustrezno usposobljeni za delo z IKT.¹⁷ V današnjem času je

Slika 8: Primer razširjene resničnosti kot pomoč pri laparoskopiji.¹⁹



resnejša uporaba razširjene resničnosti precej omejena, zlasti zaradi tehnologije, ki še ni popolnoma ustrezno zmanjšala (miniatrizirala) vseh potrebnih gradnikov za njeno popolno doživljanje. Vendar pa je dandanes uporaba razširjene resničnosti vsekakor dosegla sklope učenja, izobraževanja in treninga, reševanja zahtevnih nalog, sodelovanja na daljavo, ogledovanja ali obiska znamenitosti, promoviranja idej in dogodkov.¹⁸

V odvisnosti od ponujenih informacij razširjena resničnost zagotavlja uporabniku različna doživetja s pomočjo treh funkcij: pomoč, vodnik in simulator. Ko ponujene informacije oz. navidezni predmeti delujejo kot pomoč, se v razširjeni resničnosti ob stvarnih predmetih pojavljajo razni navidezni opisi ali namigi (v slikovno-besedilni ali video obliki). Konkretno lahko pomagajo pri različnih posegih ali operacijah, pri katerih pogled skozi razširjeno resničnost rešuje težave delne slepote pri minimalno invazivnem delu¹⁹ ali premikanja organov in deformiranja tkiva,²⁰ ki se pojavljata pri

Slika 9: Primer razširjene resničnosti kot simulator poroda.³⁸



bolnikovem dihanju (Slika 8). Omenjene težave se pojavljajo, ko je potrebno poznati umeščenost bolezensko spremenjenega tkiva ali tkiva, ki se mu je potrebno izogniti.²¹ Pri bolniku, ki potrebuje večkratno obsevanje, razširjena resničnost ponuja navidezna znamenja lege, ki delujejo kot pomoč za njegovo pravilno namestitvev pri izvajanju zdravljenja z obsevanjem.^{22,23} Znamenja lege, ki so v tem primeru navidezna, znatno olajšajo delo radiologa ali radiološkega tehnika ter psihološko razbremenijo bolnike, na katerih ni več potrebno zarisovati znamenj neposredno na kožo. Razširjeno resničnost lahko izkoristimo tudi kot pomoč pri iskanju zelene informacije med vse večjim slikovnim (npr. CT, MRI),²⁴ zvočnim in pisnim materialom bolnika, ki je v današnjem času večinoma shranjen in dostopen v elektronski obliki.

Ko ponujene informacije oz. navidezni predmeti delujejo kot vodnik, se v razširjeni resničnosti pojavljajo razna navidezna navodila (v slikovni, besedilni ali video obliki), ki vodijo uporabnika skozi določene postopke, ki so odvisni od dogajanja v resničnem okolju. Konkretni primeri vodnika se tako pojavljajo pri učenju raznih veščin, kot so pravilni postopek intubacije,²⁵ znakovni jezik²⁶ ali krmiljenje robotskih rok na daljavo.²⁷ Postopek intubacije je za začetnike dokaj zahtevna veščina. Že tako zahteven postopek, katerega težavnost se še stopnjuje glede na anatomijo in trenutno zdravstveno stanje bolnika, otežujejo pravilna izbira in uporaba različnih pripomočkov (npr. fiberoptični laringoskop), ki naj bi olajšali težavno intubacijo. Razširjena resničnost kot vodnik pa se pojavlja tudi pri ogledih muzejskih znamenitosti²⁸ in rehabilitaciji bolnika po infarktu.²⁹⁻³² Rehabilitacija³³ je za bolnika po infarktu izjemno pomembna, saj z njeno pomočjo izboljšamo stopnjo zdravja in dosežemo približno takšno stopnjo zdravja, kot je bila pred infarkt. Za določene bolnike, ki želijo kakovostno rehabilitacijo tudi v domačem okolju, je razširjena resničnost rešitev, ki z navideznimi napotki omogoča pravilno in samostojno izvedbo rehabilitacijskih vaj brez prisotnosti oz. neposredne pomoči terapevtov.

Ponujene informacije oz. navidezni predmeti se lahko obnašajo tudi kot simu-

lator, ki uporabniku ponujajo posnemanje, uprizoritev določene izkušnje ali umetno ustvarjanje ustreznih pogojev za opravljanje določenih nalog. Uporaba simulatorjev je dandanes dokaj razširjen pojav, ki pri učenju omogoča boljšo pripravo in usposabljanje učečih. S pomočjo simulatorjev učeči osvojijo ročne in/ali druge spretnosti, ki so pomembne pri izvedbi določenih postopkov pred vstopom v konkretno delovno okolje (operacijska dvorana, oddelek ipd.). Različne študije potrjujejo, da so učne metode, ki uporabljajo simulatorje, koristne in učinkovite.³⁴⁻³⁶ Konkretni primeri funkcije simulatorja se tako pojavljajo pri treniranju ponovne namestitve (repozicije) zlomljenih kosti,³⁷ laparoskopiji, porodu (Slika 9),³⁸ učenju mehanizmov porodnih popadkov,³⁹ prikazovanju izvirne različice poškodovanih zgodovinskih stavb in spomenikov⁴⁰ ter pri sodelovanju na daljavo, kjer se navidezna različica osebe, s katero uporabnik komunicira, nahaja pred njim/njo.^{11,41}

Zaključek

Razširjena resničnost je nova tehnologija, ki že danes izboljšuje človekovo delo in življenje. Z njo lahko v najrazličnejših situacijah (npr. v operacijski dvorani, na bolnišničnem oddelku, na ulici, v šoli, doma) ponudimo uporabniku potrebne in želene informacije.

Razširjena resničnost je že med nami in jo uporabljamo tudi v praksi, vendar pa ni še dosegla zahtev vseh uporabnikov. Želja človeka po znanju, razumevanju in njegovo strmenje k popolnosti bodo še naprej gnala razvoj tehnologije v smer, ki bo omogočila, da bo razširjena resničnost del človekove narave, nekakšen dodaten čut, ki bo odpiral nova obzorja, razmišljanja in poglede na svet. Zato lahko zatrdimo, da bo razširjena resničnost počasi, a zanesljivo, postala resničnost prihodnosti.

Literatura

1. Štern A, Kos A. Mobilni telefon kot orodje na področjih varovanja zdravja. *Zdrav Vestn* 2009; 78: 673-684.
2. Milgram P, Takemura H, Utsumi A, Kishino F. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proceedings of SPIE--the International Society for Optical Engineering* 1995; 2351: 282-292.
3. Anon. Dosegljivo na: <http://www.ict.csiro.au/images/NetworkTech/AugmentedReality1big.jpg>.
4. Azuma R, Bailiot Y, Behringer R, Feiner S, Julier S, MacIntyre B. Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications* 2001; 21: 34-47.
5. Zlatanova S. Augmented Reality Technology. GIST Report No. 17. Delft: Delft University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Department of Geodesy, Section GIS Technology; 2002. Dosegljivo na: <http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:c44c5bb5-ea61-4ef0-bb39-26c91c76681b/>.
6. Mihelj M, Munih M. Uporaba pospeškometrov v rehabilitaciji zgornjih okončin. *Rehabilitacija* 2007; 6: 41-46.
7. Didanovič V, Prodnik L, Eberlinc A, Vesnaver A, Ihan Hren N, Kansky A. Tridimenzionalni modeli v maksilofacialni kirurgiji. *Zdrav Vestn* 2010; 79: 302-306.
8. Azuma R. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1997; 6: 355-85.
9. Anon. Dosegljivo na: <http://3dvis.optics.arizona.edu/images/research/HMPD.JPG>.
10. Handheld Augmented Reality Flickr - Photo Sharing! Dosegljivo na: http://www.flickr.com/photos/jamais_cascio/2756996849/.
11. Billingham M, Kato H. Collaborative Augmented Reality. Dosegljivo na: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/Papers/2002-CACM-CollabAR.pdf>.
12. Raskar R, Welch G, Chen W. Table-Top Spatially-Augmented Reality: Bringing Physical Models to Life with Projected Imagery. Dosegljivo na: http://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/IWAR_table-top.pdf.
13. Dong Q, Sun Z, Mac Namee B. Physics-based table-top mixed reality games. In: Bagdonas E, Patašienė I, eds. 39th Conference of the International Simulation and Gaming Association (ISAGA); 2008 Jul 7-11; Kaunas, Lithuania. Dosegljivo na: <http://arrow.dit.ie/scschcomcon/19>.
14. Bardorfer A, Munih M, Zupan A, Čeru B. Upper limb functional assessment using haptic interface. *Zdrav Vestn* 2004; 73: II-19-24.
15. Underkoffler J. John Underkoffler points to the future of UI. TED2010. Long Beach, California, February 2010. http://www.ted.com/talks/john_underkoffler_drive_3d_data_with_a_gesture.html.

16. Mistry P. The thrilling potential of SixthSense technology. TEDIndia. Mysore, India 2009. http://www.ted.com/talks/pranav_mistry_the_thrilling_potential_of_sixthsense_technology.html.
17. Žvanut B. Motivating healthcare students in using ICTs. In: Lazakidou A, ed. Handbook of research on informatics in healthcare and biomedicine. Hershey, PA: Idea Group Reference. 2006. p. 99–104.
18. Oliver J. How to improve reality. TEDxRotterdam. Rotterdam, June 2010. http://www.youtube.com/watch?v=TVrbbqQy8pE&feature=player_embedded.
19. Fuchs H, Livingston MA, Raskar R, Colucci D, Keller K, State A, et al. Augmented Reality Visualization for Laparoscopic Surgery. In: Wells WM, Colchester ACF, Delp S, eds. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention — MICCAI'98 First International Conference Cambridge. Oct 11-13 1998; MA, USA: Berlin: Springer; 1998. p. 934–43.
20. Baumhauer M, Feuerstein M, Meinzer H, Rasweiler J. Navigation in endoscopic soft tissue surgery: perspectives and limitations. *Journal of endourology* 2008; 22: 751–66.
21. Trevisan D. Design, implementation and evaluation for continuous interaction in image-guided surgery [doktorsko delo]. Louvain-la-Neuve: Université catholique de Louvain; 2006. Dosegljivo na: <http://hdl.handle.net/2078.1/5038>.
22. Talbot J, Meyer J, Watts R, Grasset R. An Augmented Reality Application in Radiotherapy to Aid in Patient Set-Up. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine* 2008; 31: 383–4.
23. Talbot J, Meyer J, Watts R, Grasset R. A Patient Position Guidance System in Radiation Therapy Using Augmented Reality. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine* 2008; 31: 379–381.
24. Sielhorst T, Feuerstein M, Navab N. Advanced Medical Displays: a Literature Review of Augmented Reality. *IEEE/OSA Journal of Display Technology; Special Issue on Medical Displays* 2008; 4: 451–467.
25. Kerner K, Imielinska C, Rolland J, Tang H. Augmented Reality for Teaching Endotracheal Intubation: MR Imaging to Create Anatomically Correct Models. *AMIA Annu Symp Proc.* 2003; 2003: 888.
26. Sperka M, Placek J, Smetanova A, Gejgus P. Augmented Reality and E-Training: Learning Finger Alphabet. Dosegljivo na: http://www.primakurzy.sk/virtuni2004/finalne_clanky3/fido00056.pdf.
27. Jara CA, Candelas F, Gil P, Fernández, M, Torres F. An augmented reality interface for training robotics through the web. In: Basáñez L, Suárez R, Rosell J, eds. 40th International Symposium on Robotics (ISR); Mar 10-13 2009; Barcelona, Spain.
28. Schnaider M, Malerczyk C. Applying mixed reality technology to cultural applications. In: Arts and Cultural Heritage. 2nd International Workshop on Information and Communication Technologies (ICTs). Oct 2003; Athen, Greece.
29. Lövgquist E, Dreifaldt U. The design of a haptic exercise for post-stroke arm rehabilitation. In: ICDVRAT 2006. The Sixth International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies; Sept 18-20 2006; Esbjerg, Denmark.
30. Mazzoleni S, Toth A, Munih M, Van Vaerenbergh J, Cavallo G, Micera S, et al. Whole-body isometric force/torque measurements for functional assessment in neuro-rehabilitation : platform design, development and verification. *J neuroeng Rehabil.* 2009; 6: 1–15. Dosegljivo na: <http://www.jneuroengrehab.com/content/pdf/1743-0003-6-38.pdf>.
31. Pražnikar A. Izzivi sodobne nevrorehabilitacije – pogled iz Slovenije. *Zdrav Vestn* 2010; 79: 225–227.
32. Popović B. D, Popović B. M. New trends in neurorehabilitation of subjects with central nervous system lesions. *Zdrav Vestn* 2010; 79: 296–301.
33. Podobnik J, Munih M. HEnRiE–naprava za rehabilitacijo roke in prijemanja z njo. *Rehabilitacija* 2008; 7: 25–31. Dosegljivo na: http://ibmi.mf.uni-lj.si/rehabilitacija/vsebina/Rehabilitacija_2008_No1_p25-31.pdf.
34. Karnjuš I. Students' perspective on using human patient simulator as teaching method in nursing education. In: Haluzíkové J, Archalousová A, eds. Cesta k profesionálnému ošetrovatelstvu v: zborník príspevků. Slezske vědecké konference ošetrovatelství s mezinárodní účastí; konané dne 22.-23. 2010; Záhř, Opava; Opava: Slezska univerzita v Opavě; 2010. p. 119–124.
35. Alinier G, Hunt B, Gordon R, Harwood C. Effectiveness of intermediate-fidelity simulation training technology in undergraduate nursing education. *J Adv Nurs.* 2006; 54: 359–69.
36. Langdon M G, Cunningham A J. High-fidelity simulation in post-graduate training and assessment: an Irish perspective. *Ir J Med Sci* 2007; 176:267–271.
37. Bianchi G. Exploration of augmented reality technology for surgical training simulators. Konstanz, Germany: Hartung-Gorre Verlag; 2007. (Selected Readings in Vision and Graphics 2007; 4).
38. Sielhorst T, Obst T, Burgkart R, Riener R, Navab N. An Augmented Reality Delivery Simulator for Medical Training. In: International Workshop on Augmented Environments for Medical Imaging–MICCAI Satellite Workshop 2004. 30 Sept 2004; Saint Malo, France.
39. Da S. Fonseca V, Cunhab G, Landauc L, Schirmer J. A proposal of development and application of augmented reality simulation at the teaching-learning process of mechanism of labor. In: Fieschi M, Coiera E, Li Y, eds. MEDINFO 2004. Proceedings of the 11th World Congress on Medical Informatics. Amsterdam: IOSPress; 2004. p. 1599. Dosegljivo na: http://cmbi.bjmu.edu.cn/news/report/2004/medinfo2004/pdf/files/papers/101_d040005649.pdf
40. Zakiah N, Mohd Shahrizal S, Zhigeng P. A Review on Augmented Reality for Virtual Heritage System. In: Chang M, Kuo R, Kinshuk, Chen GD, Hirose M, eds. Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development. 4th International Conference on E-learning, Edutainment 2009; Aug 9-11 2009; Banff, Canada. Berlin: Springer; 2009. p. 50–61.
41. Nijholt A, Akker op den R, Heylen D. Meetings and Meeting Modeling in Smart Environments. *AI & Society* 2006; 20: 202–220.