

Uporaba naprednih brezdotičnih vmesnikov pri razvoju informacijskih rešitev

Kristjan Košič, Marjan Heričko

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Inštitut za informatiko, Smetanova ulica 17, 2000 Maribor
kristjan.kosic@um.si; marjan.hericko@um.si

Izvleček

Zadnja leta smo priča poplavi naprav, ki po sorazmerno nizkih cenah omogočajo zajem prostorskih podatkov (računalniški vid, tridimenzionalna zaznava prostora). Njihova dostopnost je pospešila razvoj in vpeljavo nove generacije načina interakcije človek – računalnik tudi v domeni poslovnih aplikacij. Čeprav se aplikacijski vmesniki oz. knjižnice, ki olajšajo komunikacijo s tovrstnimi napravami, šele razvijajo in dopolnjujejo, jih lahko uporabimo pri razvoju poslovnih rešitev, pri čemer s pomočjo razpoznave kretenj in zvoka zagotovimo preprostejšo, naravnejšo in učinkovitejšo komunikacijo človek – računalnik. V prispevku bomo pregledali in primerjali naprave za zajem prostorskih podatkov kot tudi razvojne knjižnice, ki omogočajo razvoj informacijskih rešitev z uporabo teh naprav. Prav tako bomo podali izkušnje in dobre prakse, pridobljene pri razvoju projekta ADORA – zdravnikov interaktivni asistent, ki s pomočjo naprednih senzorjev lajša delo kirurgov.

Ključne besede: brezdotična interakcija, prostorska zaznava prostora, uporabniška izkušnja, Kinect.

Abstract

The Usage of Contactless Interfaces in the Development of Information Solutions

The relatively low price of devices that enable 3D data capture, such as Microsoft Kinect, will certainly accelerate the development and popularization of a new generation of user interaction in the business application domain. Although the application interfaces and libraries that make it easier to communicate with these devices continue to be in the process of developing and upgrading, they can still be used for the development of business solutions. In addition, gestures and sounds provide more natural and effective ways of human-computer interaction. In this paper we present an overview and a basic comparison of the available sensing devices together with the experience gained during the development of ADORA, an interactive solution, the main purpose of which is to assist surgeons with the help of contactless interaction.

Key words: natural user interfaces, 3D sensing, user experience, Kinect

1 (R)EVOLUCIJA KOMUNIKACIJE ČLOVEK – RAČUNALNIK

Interakcija človeka in računalnika oblikuje uporabniško izkušnjo. Nadzor z gibi je sposobnost prepoznavanja in razumevanja gibanja človeškega telesa za potrebe interakcije in nadzora računalniških sistemov brez neposrednega fizičnega stika (Prentice & Ghubril, 2012). Izraz »naravni uporabniški vmesnik« uporabljamo za opis sistemov, ki z računalnikom komunicirajo brez kakršnih koli vmesnih naprav. V dobrem desetletju smo iz tradicionalnega načina upravljanja računalnikov s tipkovnico in računalniško miško naredili velik skok na brezstično interakcijo človek – računalnik, kar je bilo vi-

dno predvsem na področju zabavne elektronike. Tipkovnica je jedro interakcije z računalniki že od prvega komercialnega računalnika iz leta 1984 (Gonzalez-Jorge, Riveiro, Vazquez-Fernandez, Martínez-Sánchez & Arias, 2013). Od iznajdbe prve računalniške miške je minilo že več kot pol stoletja. Od takrat so se izmenjale številne kazalne naprave, a nobena od teh naprav se ni obnesla, tako da se še vedno večina komunikacije med človekom in računalnikom izvede prek tipkovnice in računalniške miške, ki sta še danes enaki, kot sta bili v času iznajdbe.

S hitrim razvojem tehnologije so se pospešeno razvijali tudi drugi načini interakcije z računalniki.

Alexander Shpunt (Dibbell, 2011a) je vpeljal tridimenzionalni način gledanja prostora ter s tem zagotovil preprosto komunikacijo in nadzor računalnika s pomočjo uporabnikovih gibov (geste ali kretnje). Tehnologija globinske zaznave prostora je bila izumljena leta 2005. Pri izumu so poleg Alexandra Shpunta sodelovali še Zeev Zalevsky, Aviad Maizels in Javier Garcia (Zalevsky, Shpunt, Maizels, & Garcia, 2007). Uveljavila se je predvsem v svetu zabavne tehnologije (igralne konzole). Massachusetts Institute of Technology (MIT) je uvrstil tehnologijo upravljanja računalnikov s pomočjo kretenj med deset najprodnarnejših tehnologij leta 2011 (Dibbell, 2011b).

2 NAPRAVE ZA ZAJEM PROSTORSKIH PODATKOV

V sklopu področja računalniškega vida se srečujemo s tremi vrstami tehnologij zaznave prostora, in sicer so to: 1) stereo kamere, 2) kamere time-of-flight (ToF) in 3) strukturirana svetloba (Khoshelham & Elberink, 2012). Kamere ToF merijo razdaljo do objektov v prostoru s pomočjo kratkih svetlobnih pulzov iz ene kamere. Čas potovanja svetlobe in hitrost definirata točko v prostoru. Kamere ToF so zelo natančne in drage. Senzorji s strukturirano svetlobo so kompozitne naprave in pomenijo najboljše razmerje med ceno in kakovostjo. Strukturirana svetloba je sestavljena iz različnih virov (infrardeča svetloba, barvna kamera in drugi viri). Tehnologijo strukturirane svetlobe je vgradil Microsoft v svojo napravo Microsoft Kinect (Clark idr., 2012).

Tabela 1: **Primerjava naprav**

Naprava	Upravljanje	Način zajema	Ločljivost zajema slike	Zaznava gest	Zaznava glasu
Kinect Xbox 360	Brezdotično	A/V/IR	640 x 480 30fps, 320 x 240 30fps	Da	Da
Kinect for Windows	Brezdotično	A/V/IR	640 x 480 30fps, 320 x 240 30fps	Da	Da
Kinect One	Brezdotično	A/V/IR	1920 x 1080 60fps	Da	Da
Asus Xtion	Brezdotično	A/V/IR	1280 x 1200 30fps, 60fps	Da	Da
PrimeSense Capri	Brezdotično	A/V/IR	640 x 480	Da	Ne
PrimeSense Carmine	Brezdotično	A/V/IR	640 x 480 30fps	Da	Da
Leap Motion	Brezdotično	-V/IR	Ni podatka	Da	Ne
Sony Move	S krmilnikom	A/V/-	640 x 480 60fps, 320 x 240 120fps	Da	Da
Wii MotionPlus	S krmilnikom	-/IR	Ni podatka	Da	Ne
EyeTribе	/	-V/IR	Ni podatka	Ne	Ne

*A – avdio, V – video, IR – infrardeče; fps – Frames Per Second (slike na sekundo)

2.1 Globinska zaznava prostora

Naprave pridobivajo podatke o prostoru s pomočjo različnih naprednih senzorjev, ki omogočajo zaznavo delov telesa, drže in prepoznavo kretenj. Veliko raziskav najdemo s področja zaznave delov telesa in preslikave le-teh v aktivne skelete. Skelet je zapis telesa v obliki, ki jo zna računalnik razvijalec interpretirati in uporabiti v svojih programskih rešitvah. Še vedno pa pri trenutnih napravah najdemo precej natančnosti odstopanj, zato le-te niso primerne za rešitve, pri katerih je potrebno zelo natančno sledenje (Khoshelham & Elberink, 2012). V nadaljevanju so na kratko predstavljeni trenutno najpogostejši senzorji, njihove statistike in namen.

2.2 Senzorji družine Microsoft Kinect

Microsoft je prvič najavil senzor Kinect leta 2009 pod imenom Project Natal. Prodaja se je začela vzporedno

z izdajo novih igralnih konzol Xbox 360. Leta 2012 je prišel na trg senzor Kinect for Windows, ki omogoča uporabo naprednih funkcionalnosti v uporabniških aplikacijah. Izdajo senzorja je pospremila razvojna knjižnica Kinect for Windows SDK (Microsoft, 2013).

Do februarja 2013 je bilo prodanih 24 milijonov enot senzorja Kinect (Alexander, 2011). Ker je bilo v prvih 60 dneh prodanih osem milijonov enot senzorja, je senzor Kinect dobil naziv najhitreje prodane potrošniške elektronske naprave in bil zapisan v Guinnessovo knjigo rekordov (Epstein, 2013).

Senzor ima možnost zajema zvoka in barvnega ter globinskega videa. S pomočjo zajetih podatkov iz globinskega videa se oblikuje skelet oseb. Vgrajen ima linearni sistem štirih mikrofonov, ki zajemajo zvok v 24-bitni ločljivosti. To omogoča zajemanje zvoka v širokem prostorskem območju, ne glede na to, ali oseba govori z običajno glasnostjo ali kriči.

2.3 Senzorji PrimeSense

Družina senzorjev PrimeSense je prisotna na trgu že od vsega začetka. Izumitelji (Zalevsky idr., 2007) zaznave globinskega vida so ustanovili svoje podjetje, v katerem so začeli z razvojem strojne opreme v ta namen. Microsoft je bil prvi, ki je vključil tehnologijo PrimeSense v svoje naprave ter začel z masovno proizvodnjo senzorja Kinect.

Družina senzorjev je sestavljena iz PrimeSense Carmine 1.09 in 1.08 ter PrimeSense Capri 3D. Senzorja Carmine se razlikujeta po zaznavi globine, funkcionalno sta podobna senzorju Kinect. Senzor Capri 3D je okrnjen senzor, katerega glavna prednost je majhnost. PrimeSense želi s senzorjem prodreti na tržišče mobilnih naprav (mobilni telefoni, tablični računalniki). Kljub svoji majhnosti ima velik potencial. Na lanski konferenci Google IO 2013 je bil predstavljen prototip tablične integracije s senzorjem Capri 3D (Crabb, 2013). Cilj je uporaba senzorja v mobilnih napravah za zaznavo prostora. Senzor naredi projekcijo prostora, v katerem se nahajate. Ena izmed možnosti uporabe projekcije prostora je virtualna oprema stanovanja ali uporaba stanovanja kot virtualne sobe za sestanek in druge dejavnosti (Crabb, 2013). Vse senzorje programsko nadziramo z odprtokodnimi knjižnicami OpenNI in algoritmi NITE (OpenNI, 2014), ki ponujajo enake funkcionalnosti kot razvojna knjižnica Kinect.

Senzor Xtion je na voljo v dveh različicah, in sicer Xtion Live in Xtion pro. Temelji na enaki tehnologiji kot družina senzorjev Kinect. V ozadju je infrardeča tehnologija zaznave prostora PrimeSense. Xtion promovirajo izključno kot senzor za osebne računalnike, za razliko od senzorja Microsoft Kinect ne potrebuje dodatnega napajanja.

Asusove senzorje uporabljamo enako kot Kinect, vendar je programska oprema napisana z ogrodjem OpenNi. Ogrodje se uporablja v navezi z Microsoftovim Kinectom ali drugimi senzorji družine PrimeSense.

2.4 Senzor LeapMotion

Senzor LeapMotion je majhna naprava, ki ima izjemen potencial in katere cilj je spremeniti naš način interakcije z računalniki. Omogoča zelo natančno zaznavanje rok in posameznih prstov. Naprava je precej natančnejša od senzorja Kinect (po podatkih proizvajalca tudi do dvestokrat), kar naredi interakcijo mnogo lažje izvedljivo in zelo natančno. Glavni namen senzorja LeapMotion ni v tridimenzionalni zaznavi prostora, temveč v zelo natančni zaznavi prstov in njihovi integraciji z obstoječimi aplikacijami. Njegovo mesto je ob tipkovnici na pisalni mizi (Hodson, 2013).

2.5 Senzor MYO

Senzor MYO (Nuwer, 2013) sicer ne zaznava prostora s pomočjo strukturne svetlobe, še vedno pa spada v skupino senzorjev, ki znajo zaznati in prepoznati določene gibe telesa ter kretnje. MYO zaznava gibanje povsem drugače, in sicer s spremljanjem mišične aktivnosti in z zaznavo gibov. Mišično aktivnost spremljamo s pomočjo merjenja električne aktivnosti v mišicah (EMG – elektromiografija).

3 RAZVOJNE KNJIŽNICE

Naprave za zaznavo kretenj in zvoka ne bi zaživele brez razvojnih knjižnic, ki razvijalcem omogočajo razvoj inovativnih ter nadgradnjo obstoječih aplikacij. Veliko število knjižnic je prosto dostopnih. Knjižnice sestavljajo zbirke naprednih algoritmov, ki znajo analizirati vhodne podatke ter rezultate teh analiz sporočiti uporabniku razvijalca. Večina razvojnih knjižnic je povezanih z napravo in njeno uporabo. OpenNi in OpenKinect (OpenNI, 2014) sta primeri prosto dostopnih knjižnic, ki znajo manipulirati različne naprave, pomembno je le, da merijo prostor s pomočjo strukturirane svetlobe (kompozitni vmesniki s tehnologijo PrimeSense).

Tabela 2: **Razvojne knjižnice**

Knjižnica	Prosto dostopna	Naprava/senzor	Platforma
Kinect for Windows	Ne	Kinect	Windows
OpenNi framwork	Da	PrimeSense	Win/Linux/Mac
OpenKinect framework	Da	Kinect	Win/Linux/Mac
Pointcloud library	Da	Kintect, PrimeSense	Win/Linux/Mac
LeapMotion SDK	Ne	LeapMotion	Win/Linux/Mac
Myo SDK	Ne	MYO	Win/Linux/Mac

3.1 Odprtokodna knjižnica OpenNI in zbirka algoritmov NITE

OpenNI je neprofitna organizacija, ustanovljena z namenom promocije, standardizacije in interoperabilnosti med naravnimi uporabniškimi vmesniki, napravami, aplikacijami in vmesnim slojem. OpenNI je največje odprtokodno ogrodje, ki omogoča zaznavo prostora ter dostop do podatkov dinamičnih senzorjev (globinska slika, zvočni podatki, kretnje). Ogrodje ima veliko skupnost, ki doprinese s prosto dostopnim naborom knjižnic in vtičnikov ter s tem razširja samo jedro ogrodja OpenNi (OpenNI, 2014). Jedro sestavlja več komponent, ki skrbijo za:

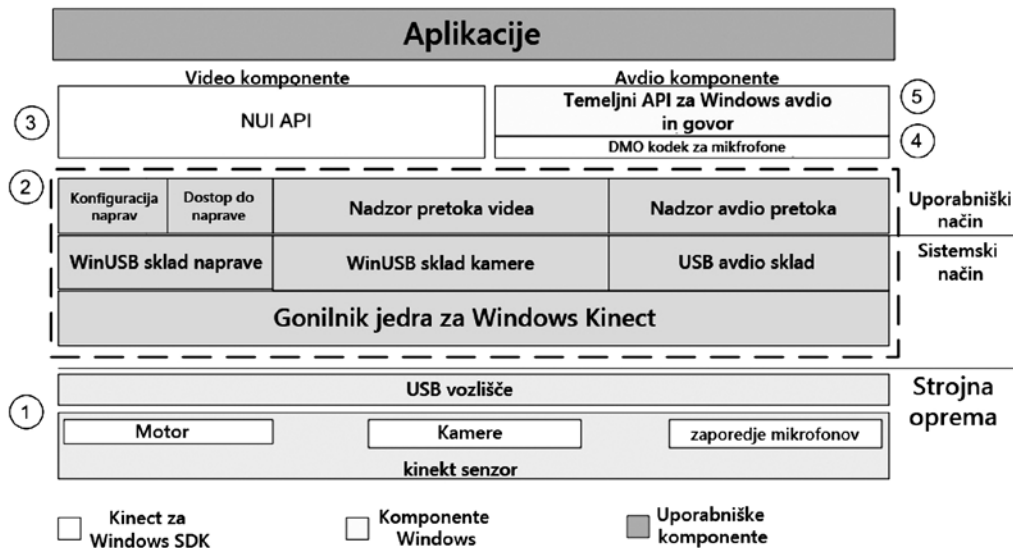
- 1) analizo celotnega telesa (sledenje sklepom, kot sta npr. komolec ali koleno),
- 2) analiza posameznih točk na roki (zaznava prstov),
- 3) razpoznavanje kretenj uporabnika (npr. mahanje rok) in
- 4) analiza okolice (ločevanje med objekti in osebami).

NITE (angl. Natural Interface Technology for End-User) je zbirka algoritmov, ki pomenijo vmesno programje in omogočajo tridimenzionalni računalniški

vid (NiTE, 2014). Ogrodje NITE je znano po majhni porabi procesorske moči ter delovanju na različnih platformah (Linux, Windows, Mac OS in Android). Zbirko algoritmov NITE uporabljajo in promovirajo senzori PrimeSense in Asus. Razvijalci ob nakupu strojne opreme dobijo velik nabor osnovnih učnih primerov, implementiranih z algoritmi OpenNI in NITE.

3.2 Razvojna knjižnica Microsoft Kinect SDK

Razvojna knjižnica Kinect omogoča razvijalcem programske opreme razvoj interaktivnih aplikacij s podporo glasovnim ukazom in kretnjam, s katerimi nadzorujemo in upravljamo aplikacije. Knjižnica poleg prepoznave glasovnih ukazov implementira tudi dve glavni kretnji: klik in prijem. V prejšnjih različicah je bil klik implementiran po principu učinka »hover«, v zadnji verziji (verzija 1.7) pa je implementiran v obliki standardnega klika, to je »pritisni za izbiro«. Kretnja za prijem je nova in omogoča prijem elementov za premikanje po zaslonu (angl. drag and drop) ter poenostavi pomikanje po seznamu elementov (Clark idr., 2012). Na sliki 1 je prikazana groba arhitektura razvojne knjižnice Kinect.



Slika 1: Razvojna arhitektura programske knjižnice Kinect, verzija 1.7 (Microsoft, 2013)

Sestavljajo jo:

- 1) strojna oprema Kinect (senzor Kinect in USB vozlišče za povezavo z računalnikom);
- 2) gonilniki jedra za napravo Kinect – nivo je sestavljen iz sistemskih gonilnikov, ki nadzirajo zvočne in video naprave ter imajo dostop do celotnega sklada USB;
- 3) avdio in video gradniki, ki skrbijo za pretok podatkov (barva, globina, skelet);
- 4) DirectX Media Object (DMO), ki skrbi za oblikovanje snopa iz sistema mikrofонов ter lokalizacijo prepoznave govora;
- 5) standardni aplikacijski vmesniki za operacijske sisteme Windows.

4 IZKUŠNJE PRI RAZVOJU REŠITVE ADORA

ADORA (ADORA, 2014) rešuje problem ponavljajoče dezinfekcije kirurga med operacijo zaradi ogleda bolnikovih podatkov med posegom. Kirurg mora za ogled podatkov o bolniku med posegom zapustiti bolnika in s tem sterilno polje ter podatke (slikovno gradivo, rentgenske slike, izvidi) poiskati prek aplikacijskega vmesnika na računalniku zunaj sterilnega območja. Pred vrnitvijo k operacijski mizi se mora znova razkužiti. Proces ogleda podatkov o bolniku in kasnejša ponovna razkuževanja se med kompleksnimi operacijskimi posegi izvedejo vsaj štirikrat. To pomeni izgubo časa, večjo možnost strokovnih napak, povečano porabo opreme (plašč, rokavice, maska, elektrika, zdravila, voda). Optimalna rešitev ni niti sodelovanje koga drugega (poslati asistenta, naj si ogleda podatke zunaj sterilnega polja namesto kirurga ter verbalno posreduje informacije), saj le kirurg sam natančno ve, kaj potrebuje. Mi smo zdravnikovega podatkovnega pomočnika pripeljali do operacijske mize, kjer si s preprostimi gibi ali glasovnimi ukazi dokumentacijo ogleda z vseh zornih kotov. Torej le dvigne pogled in uporabi roko. To smo dosegli z uporabo naprednih brezdotičnih vmesnikov.

ADORA je zdravnikov interaktivni asistent, ki omogoča edinstven prikaz informacij o bolniku pred operacijskimi posegi in med njimi. S pomočjo razpoznave gibov oz. kretenj in zvoka zagotavlja preprostejšo, naravnejšo in učinkovitejšo komunikacijo človek – računalnik. Je produkt znanja stroke, sodobnih informacijsko-komunikacijskih tehnologij ter napredne strojne opreme, ki s preprosto uporabo brezdotične interakcije krajša čas trajanja posegov ter s tem neposredno vpliva na ekonomske in ekološke vidike zdravstvene oskrbe.

V razvoj rešitve smo vključili moderne načine interakcije človek – računalnik (kretnje in zaznava zvoka). Z brezdotičnim upravljanjem namenske programske opreme na domenskih računalnikih znotraj medicinske ustanove smo olajšali delo kirurgom med operacijskimi posegi.

Pridobljene izkušnje in dobre prakse smo povzeli v nadaljevanju, sestavljajo pa jih tile izzivi:

- 1) zasnova grafičnega vmesnika, prilagojenega načinu dela s kretnjami in zvočnimi ukazi,
- 2) umerjanje sensorja in pravilna izbira aktivne osebe izmed zaznanih,
- 3) pravilna zaznava in identifikacija zvočnega vira,
- 4) pravilna interpretacija zvočnega ukaza,

5) implementacija naprednih kretenj in funkcionalnosti, ki niso podprte v osnovni razvojni knjižnici Kinect (točkovna rotacija, dinamična povečava – sledljiva in prilagodljiva, prikaz slik DICOM (Blazona & Koncar, 2007)).

Prvi izziv je bil zasnova grafičnega vmesnika, ki mora biti intuitiven in prilagojen delu s sensorjem Kinect. Pri zasnovi grafičnega vmesnika smo se morali oddaljiti od »klasičnega« načrtovanja poslovnih uporabniških vmesnikov in nasloviti izzive, povezane z novimi načini interakcije, to je uporabnik – kretnja – aplikacija. Pomagali smo si z analizo obstoječih rešitev in pregledov smernic oblikovanja, podanih v razvojni knjižnici Kinect (Ebert, Hatch, Thali & Ross, 2013). Uporabniški vmesnik mora biti prilagojen novim uporabniškim kontrolam. Pri načrtovanju interaktivnih aplikacij je zelo pomembno vključiti jasna povratna sporočila do uporabnika (bodisi grafičnega ali glasovnega tipa). Prav tako je v aplikacijah, ki uporabljajo kretnje, smiselno vključiti interaktivno pomoč, ki uporabnika nauči uporabe aplikacije s kretnjami in zvočnimi ukazi. Vodič uporabniku naprej predstavi tipe kretenj, nato pa od njega zahteva realizacijo funkcionalnosti z uporabo le-teh. Pri tem uporabnika spozna s kretnjami in zvočnimi ukazi, ki so potrebni za upravljanje rešitve ADORA.

Med razvojem smo naleteli na težave pri kalibraciji sensorja Kinect. Problemi so nastali predvsem pri zaznavi uporabnika iz različnih razdalj od sensorja in v zaznavi primarnega uporabnika ob prisotnosti večjega števila uporabnikov. V operacijski sobi je število prisotnih uporabnikov, ki stojijo tesno skupaj, vsaj tri ali več. Sensor Kinect zazna vse uporabnike kot aktivna telesa (skeleti). Z uporabo korekcijskih faktorjev smo umerili sensor glede na področje in prostor uporabe rešitve. S tem fokusiramo sensor samo na določen zvočni tok, to je zvočni tok aktivne osebe.

Zaznavanje in razumevanje zvočnih ukazov je pomenilo poseben izziv, ki je zahteval poznavanje tujih jezikov in brezhinno izgovarjavo. Govorna podpora za jezike je omejena na trinajst jezikov, med katerimi zaenkrat še ni slovenščine, zato smo pri projektu izbrali ameriško angleščino. Prepoznavna zvočnih ukazov poteka v fazah. Najprej sensor primerja zvoke z izbrano slovnico, v kateri so vsi zvočni ukazi. Slovnico lahko določimo dinamično ali pa je statična v obliki dokumenta XML. Za uspešno zazna-

vo zvočnih ukazov je potrebna izgovarjava s pravilnim naglasom in intonacijo. Zvočni ukazi omogočajo navigacijo po aplikaciji, izbiro elementov in urejanje objektov.

Z navigacijo in izbiro elementov nismo imeli posebnih težav. Urejanje elementov je postavilo nove izzive. V našem primeru gre za digitalne zdravstvene slike posebnega formata DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Eden izmed izzivov je bila funkcionalnost povečave slike, pri kateri smo poleg vertikalne in horizontalne osi potrebovali podatke tudi z osi Z, ki predstavlja oddaljenost osebe od sensorja. Pravilno je bilo treba določiti količnik povečave glede na premik roke zaznane osebe. Težavo smo rešili s sorazmernim spreminjanjem glede na hitrosti premika roke (pospeškometer). Pri testiranju se je takšen način povečave slike pokazal za učinkovitega, saj uporabnik sam nadzira hitrost in smer povečave slike. Prav tako je bilo treba določiti središčno točko povečave slike. To smo rešili s transformacijo koordinat trenutne pozicije indikatorja zaznane roke na gradniku s sliko v točko na sami sliki. S tem smo pridobili ustrezno središčno točko, ki je potrebna pri povečavi slike. Pri razvoju smo se držali dobrih praks brezdotičnega upravljanja in naravne interakcije.

4.1 Prihodnost informacijskih rešitev in brezdotičnih vmesnikov

Prednosti uporabe naprednih brezdotičnih naprav za komunikacijo z uporabnikom se kažejo na različnih ravneh, so pa precej odvisne od problema, ki ga informacijska rešitev odpravlja. Pri vpeljavi rešitve ADORA se je to pokazalo v krajšem času operacijskega posega, varnejšem posegu in drugimi pozitivnimi kriteriji (manjši stroški – materialni, operativni; bolnik je krajši čas v anesteziji). Pridobljene prednosti so v primeru projekta ADORA tudi odvisne od informatike, ki je kot neizkoriščen dejavnik razvoja znala povezati različne discipline ter s tem realizirati inovacijo, ki kirurgom lajša vsakodnevna opravila.

Še vedno se bomo srečevali z enakimi izzivi kot sedaj. Kljub uporabi naprednih brezdotičnih naprav je še vedno treba povezati obstoječe sisteme, poskrbeti za varnost podatkov, načrtovati novo uporabniško izkušnjo, preizkusiti rešitev ter seveda ves čas imeti stranko ob strani. Informatika ostaja gonilna sila razvoja, ki povezuje različne discipline ter ustvarja nove rešitve in nove trge.

5 SKLEP

Vpeljava naprednih rešitev, ki optimizirajo ali revolucionirajo način interakcije človek – računalnik, je omejena samo z našo kreativnostjo in sposobnostjo naprednih naprav. Uporaba brezdotičnih naprav v poslovnih aplikacijah ne bo zaživela globalno, temveč bomo prej pričla manjšim domensko specifičnim rešitvam, ki bodo prerasle v globalne rešitve.

V prihodnjih letih pričakujemo hiter razvoj senzorjev razpoznavske skeleta, prstov, kretenj in zvočka, še posebno pa porast števila aplikacij, ki bodo izkoriščale funkcionalnosti teh naprav. Aplikacije, ki bodo omogočale upravljanje računalnika in drugih naprav z uporabo brezdotične interakcije, bodo počasni, a vztrajno začele nadomeščati obstoječe. Prostora za aplikacije je po raziskavah (Marketsandmarkets.com, 2013) več kot dovolj, saj jih bomo našli na trgih interaktivnih zaslonov, v zdravstveni oskrbi, v svetu zabave in potrošniških naprav. Napredne naprave in senzorji bodo na vsaki pisalni mizi, v avtomobilih in v naših dnevnikih sobah, trgovinah, oblačilih, skratka povsod – za njihovo brezhibno delovanje pa bo poskrbela informatika.

6 LITERATURA IN VIRI

- [1] ADORA. (2014). *Adora Project*. Obiskano decembra 2013 na www.adora-med.com.
- [2] Alexander, L. (2011). *Microsoft: Kinect Hits 10 Million Units, 10 Million Games*.
- [3] Blazona, B. & Koncar, M. (2007). HL7 and DICOM based integration of radiology departments with healthcare enterprise information systems. *International Journal of Medical Informatics*, 76, Supplement 3(0), S425-S432. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2007.05.001>.
- [4] Clark, R. A., Pua, Y.-H., Fortin, K., Ritchie, C., Webster, K. E., Denehy, L. & Bryant, A. L. (2012). Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait & Posture*, 36(3), 372–377. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.03.033>.
- [5] Crabb, A. (2013). PrimeSense™ Unveils Capri, World's Smallest 3D Sensing Device at CES 2013. *Google IO Conference*. Obiskano februarja 2014 na <http://www.primesense.com/news/primesense-unveils-capri/>.
- [6] Dibbell, J. (2011a). Controlling computers with our bodies. *MIT Technology Review*, May/June 2011 (July 2013).
- [7] Dibbell, J. (2011b). Gestural Interfaces.
- [8] Ebert, L. C., Hatch, G., Thali, M. J. & Ross, S. (2013). Invisible touch-Control of a DICOM viewer with finger gestures using the Kinect depth camera. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 1(1), 10–14. doi: [10.1016/j.jofri.2012.11.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.jofri.2012.11.006).
- [9] Epstein, Z. (2013). Microsoft says Xbox 360 sales have surpassed 76 million units, Kinect sales top 24 million.
- [10] Gonzalez-Jorge, H., Riveiro, B., Vazquez-Fernandez, E., Martínez-Sánchez, J. & Arias, P. (2013). Metrological evaluation of Microsoft Kinect and Asus Xtion sensors. *Measurement*, 46(6), 1800–1806. doi: [10.1016/j.measurement.2013.01.011](http://dx.doi.org/10.1016/j.measurement.2013.01.011).

- [11] Hodson, H. (2013). Leap Motion hacks show potential of new gesture tech. *New Scientist*, 218(2911), 21. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079\(13\)60864-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079(13)60864-7).
- [12] Khoshelham, K., & Elberink, S. O. (2012). Accuracy and Resolution of Kinect Depth Data for Indoor Mapping Applications. *Sensors*, 12(2), 1437–1454.
- [13] Marketsandmarkets.com. (2013). *Gesture Recognition & Touchless Sensing Market (2013 – 2018): By Technology (2D, 3D, Ultrasonic, IR, Capacitive); Product (Biometric, Sanitary Equipment); Application (Healthcare, Consumer Electronics, Automotive); Geography (Americas, EMEA, & APAC) Market Analysis*.
- [14] Microsoft. (2013, 23423). *Kinect for Windows SDK*. Obiskano januarja 2014 na www.microsoft.com/kinect.
- [15] NiTE. (2014). *Natural Interface Technology for End-User libraries*.
- [16] Nuwer, R. (2013). Armband adds a twitch to gesture control. *New Scientist*, 217(2906), 21. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079\(13\)60542-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079(13)60542-4).
- [17] OpenNI. (2014). *OpenNI framework*. Obiskano februarja 2014 na www.openni.org.
- [18] Prentice, S., & Ghubril, A. C. (2012). Hype Cycle for Human-Computer Interaction. *Gartner*.
- [19] Zalevsky, Z., Shpunt, A., Maizels, A. & Garcia, J. (2007). *Method and System for object reconstruction, Patent nr. WO2007043036*. Obiskano januarja 2014 na <http://patentscope.wipo.int/search/en/WO2007043036>.

■

Kristjan Košič je asistent za področje informatike na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Njegovo raziskovalno področje zajema področje razvoja informacijskih sistemov in storitev s poudarkom na analizi in načrtovanju arhitekture informacijskih sistemov. Sodeloval je pri več domačih in mednarodnih projektih s področja razvoja informacijskih sistemov. V poslovni karieri si je nabral veliko izkušenj, ki jih v okviru pedagoškega dela aktivno prenaša na mlajše generacije. Je avtor in soavtor več strokovnih in znanstvenih prispevkov v domačih in tuji literaturi. Leta 2012 je ustanovil ekipo Adora, sedaj podjetje ADORA-MED, d. o. o., katerega glavni namen je pomagati kirurgom z uporabo napredne brezdotične tehnologije.

■

Marjan Heričko je redni profesor za informatiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, kjer je nosilec več predmetov, ki so v pristojnosti Inštituta za informatiko. Je namestnik predstojnika inštituta ter vodi laboratorija za informacijske sisteme. Doktoriral je leta 1998 na Univerzi v Mariboru na področju zagotavljanja kakovosti objektno orientiranega razvoja programske opreme. Njegovo raziskovalno delo zajema vsa področja razvoja sodobnih informacijskih rešitev in storitev s poudarkom na naprednih pristopih k modeliranju in načrtovanju informacijskih sistemov, načrtovalskih vzorcih in metrikah.