

Uređaj za daljinsko upravljanje rasvetom zasnovan na prepoznavanju pokreta

Bojan Mrazovac, Milan Z. Bjelica, Ištvan Papp i Mihajlo Katona

Sadržaj — Izučavanje interakcija čoveka sa prenosnim računarima predstavlja savremeni istraživački izazov. Prirodna i nenametljiva interakcija čoveka sa nizom uređaja treba biti jednostavna i pri tom dovoljno intuitivna za bilo kog korisnika. Ovaj rad predstavlja opis rešenja uređaja malih dimenzija i niske cene, koji prepoznaje određene pokrete šake i na osnovu njih generiše naredbu za daljinsko upravljanje rasvetom. Uređaj je realizovan u obliku rukavice koja opaža određene pokrete i omogućuje 3D kontrolu osvetljenja. Podržane funkcije su paljenje i gašenje kao i upravljanje nivoom rasvete. Naredbe se generišu na osnovu položaja senzora za merenje ubrzanja, postavljenog sa unutrašnje strane šake korisnika, u odnosu na zemljinu osu. Određen položaj šake u prostoru uključuje ili isključuje svetiljku dok se laganom rotacijom dlana kontroliše nivo osvetljenja.

Ključne reči — Interakcija čovek-računar, Senzor za merenje ubrzanja, Bežična kontrola.

I. UVOD

JEDAN od najčešćih istraživačkih izazova u oblasti povezivanja prenosnih računara i virtualne realnosti jeste kako povezati sistem sa korisnikom na prirodan način prilagođen ritmu interakcija i stilu svakodnevnog života. Kada je podrška za virtualnu realnost razvijena na prenosnom računaru, standardne sprege korisnika sa računarom preko uređaja kao što su tastatura ili računarski miš nisu prikladne za korišćenje. Stoga, istraživači razmatraju nekoliko različitih sistema koji jednostavno mogu da se koriste kao korisničke sprege sa prenosnim računarima, ne uključujući pri tom uređaje poput tastature ili računarskog miša. Neki od takvih sistema zasnovani su na prepoznavanju govora [1] i slike [2][3]. Pored navedenih, značajan broj sistema je zasnovan na prepoznavanju ubrzanja i položaja u prostoru u odnosu na silu gravitacije, kao što su prenosni računari u obliku: olovke, pokazivačkog štapića ili podmetača koji prepoznaje pokret i nagib [4].

Osnovni problem sistema zasnovanih na prepoznavanju govora jeste nedostatak otpornosti prema šumu, što se može sagledati u situacijama kada je prisutan veći broj korisnika (predavanja ili sastanci). U bučnim okruženjima

je prilično teško dobiti pozitivne rezultate korišćenjem ovakvih sistema. Nedostatak sistema zasnovanih na prepoznavanju slike jeste u neprirodnom načinu korišćenja datih sistema. Da bi se takvi sistemi mogli koristiti, korisnik mora sve vreme nositi kameru što u znatnom broju slučajeva za njega nije baš prihvatljivo.

Glavni cilj predstavljenog rada jeste da se prikaže rešenje prenosnog uređaja zasnovanog na prepoznavanju pokreta u realnom vremenu kao ulaznih parametara u sistem, uz poštovanje zahteva da sistem bude dovoljno jednostavan i udoban za korišćenje.

Jednostavnost operacija, prihvatljiva cena i prednosti malih dimenzija senzora za merenje ubrzanja otvorili su čitav niz mogućih primena, naročito u oblasti interakcija čovek-računar. ASG (eng. *Acceleration Sensing Glove*) [5][6] je jedan primer primene koji koristi pet senzora ubrzanja postavljenih na prste šake uz šesti postavljen na spoljašnju stranu šake korisnika. ASG je primenljiv na različite kompleksne operacije od kojih je najpoznatija upotreba u obliku prevodioca pokreta šake i prstiju u niz simbola interpretiranih na računaru. Svetlucava lopta (eng. *Twinkle Ball*) [7] predstavlja uređaj za reprodukciju različitih tonova i jačine zvuka koji opaža pokrete ljudskog tela pri plesu (korišćenjem jednog senzora za merenje ubrzanja i jednog svetlosnog senzora) i u zavisnosti od njih proizvodi odgovarajući ton određene jačine. MOCA (eng. *Motion Capture with Accelerometers*) [8] koristi dva senzora ubrzanja radi prepoznavanja položaja i pokreta ruke sa naglaskom na smanjenu potrošnju energije. Pandit i ostali [9] u svom istraživanju prikazuju mogućnost interakcije sa ekranom računara gde pokazivač računarskog miša reaguje i manipuliše sadržajem ekrana u zavisnosti od pokreta ruke, takođe korišćenjem senzora ubrzanja.

Na osnovu predstavljenih rezultata u prethodno navedenim istraživanjima, za prepoznavanje pokreta u našem sistemu izabran je senzor za merenje ubrzanja. Prikazano rešenje koristi samo jedan senzor ubrzanja, za razliku od prethodno navedenih, prepoznajući pokrete šake, pri čemu uobičajeni položaji šake nemaju uticaja na kontrolu osvetljenja.

U nastavku rada predstavljeno je rešenje elektronskog kola prijemnika i predajnika uređaja za daljinsko upravljanje rasvetom. Potom je prikazan način upravljanja uređajem, predstavljen niz pokreta koji definišu skup naredbi, dati budući pravci razvoja i zaključak.

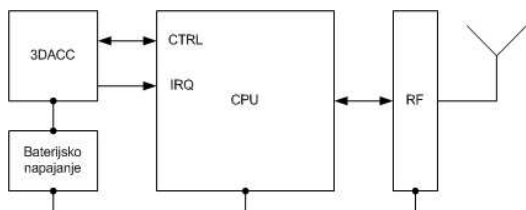
Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 11005, od 2008. god

Bojan Mrazovac, Milan Z. Bjelica, Ištvan Papp i Mihajlo Katona, Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (tel: +381(0)21-4801-203; fax: +381(0)21-450-721; e-mail: bojan.mrazovac@rt-rk.com).

II. PRIJEMNIK I PREDAJNIK KONTROLE OSVETLJENJA

Predstavljeno istraživanje opisuje rešenje uređaja za interakciju čoveka sa prenosnim računarom. Uređaj koristi senzor za merenje ubrzanja kao ulazni element koji opaža trodimenzionalni pokret i rotaciju oko osa. Senzor za merenje ubrzanja je montiran i smešten s unutrašnje strane šake. Na datom elektronskom sklopu predajnika se uz senzor ubrzanja nalaze još: autonomni izvor napajanja (baterija), kolo za bežičnu komunikaciju i centralna procesorska jedinica. Date četiri komponente čine jezgro elektronskog sklopa pričvršćenog na rukavicu koja se jednostavno može navući na šaku korisnika. Rotacijom dlana ili pomeranjem šake na gore ili na dole izračunava se apsolutan položaj sistema u odnosu na ose zemlje. Zasnovano na podacima primljenim sa senzora, izračunava se ugao rotacije i položaja u prostoru koji odgovara jednoj naredbi koja se šalje svetlosnom izvoru.

Opisana celina, montirana na rukavicu predstavlja elektronsko kolo daljinskog upravljača za kontrolu svetla zasnovanog na merenju ubrzanja (nadalje označenog kao Predajnik). Predajnik je prikazan na Sl. 1.

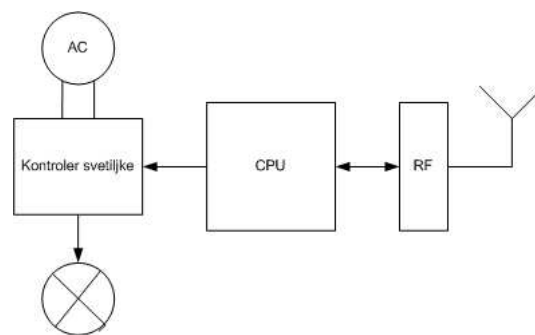


Sl. 1 Predajnik

Elektronski sklop predajnika se sastoji od komponente senzora ubrzanja (3DACC), koja je povezana sa centralnom procesorskom jedinicom (CPU) putem dva sprežna podsistema: kontrolnog spreznog podsistema (CTRL) i magistrale prekida (IRQ). Centralna procesorska jedinica je povezana sa kolom za bežičnu komunikaciju (RF), koje je dalje povezano sa antenom za komunikaciju radio talasima.

Osnovni cilj rada predajnika jeste da prepozna pokret ruke, odnosno šake. Senzor ubrzanja generiše prekid na opažanje bilo kog pokreta. Centralna procesorska jedinica prihvata i obrađuje informacije pristigle sa senzora putem kontrolnog spreznog podsistema. Zavisno od primljenih podataka, CPU izračunava orijentaciju šake i aktivira blok za bežičnu komunikaciju koji naredbe kontrole svetla šalje prijemniku.

Prijemnik (prikazan na Sl. 2) je smešten uz svetiljku. Sastoji se iz antene, bloka za bežičnu komunikaciju (RF), centralne procesorske jedinice (CPU) i bloka za kontrolu svetla, koji je sa jedne strane povezan na energetska mrežu a sa druge strane na svetiljku. Prijemnik je stalno aktivan i prima podatke preko antene i bloka za bežičnu komunikaciju. U trenutku kada predajnik pošalje informaciju o trenutnom položaju i uglu za koji je predajnik zarotiran, centralna jedinica prijemnika (CPU) preračunava primljene podatke. Ukoliko je položaj predajnika takav da se preslikava na unapred definisanu kontrolnu naredbu, CPU predajnika izdaje naredbu za izvršavanje bloku za kontrolu svetiljke.



Sl. 2 Prijemnik

Izgled razvojnog elektronskog kola daljinskog upravljača koji se može pričvrstiti ili ušiti u rukavicu prikazan je na Sl. 3. S obzirom da je u pitanju razvojno elektronsko kolo, finalni uređaj se može optimizovati na još manje dimenzije.

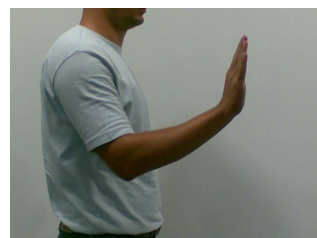


Sl. 3 Razvojno elektronsko kolo predajnika

III. UPRAVLJANJE UREĐAJEM ZA KONTROLU OSVETLJENJA

Centralna procesorska jedinica predajnika iščitava vrednosti ubrzanja duž sve tri ortogonalne ose u odnosu na ose rotacije predajnika smeštenog na šaci, izračunava jedinstven ugao rotacije i šalje naredbu sa definicijom intenziteta osvetljenja prijemniku i električnoj svetiljci.

Da bi se podržala prirodna i nenametljiva interakcija sa predajnikom, definisano je nekoliko položaja šake koji uzrokuju slanje naredbi. Bilo koji drugi položaj šake, različit od definisanih, neće biti prepoznat kao naredba. Na taj način, prirodan položaj šake kao i njeno uobičajeno pomeranje ne utiču na opisani kontrolni mehanizam. Na narednim slikama, prikazano je nekoliko položaja šake i dlana koji su definisani kao komandni pokreti.

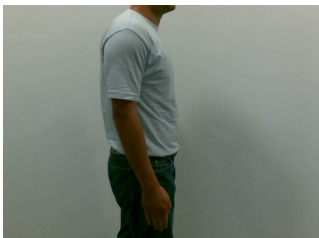


Sl. 4 Upali/ugasi svetlo

Ilustracija na Sl. 4 prikazuje komandni položaj šake za naredbu "Upali/ugasi" svetlo. Predajnik je postavljen na dlan i senzor za merenje ubrzanja je usmeren prema prstima šake. U datom položaju z i x ose senzora su ortogonalne na gravitaciju, dok je y osa paralelna sa silom

gravitacije. Usmerenje senzora je suprotno od tla (y maksimum) i odgovarajuća naredba je “Promeni prethodno stanje svetiljke” (ukoliko je upaljena isključi i obratno).

Kada se šaka nalazi u položaju prikazanom na Sl. 5, ose senzora ubrzanja se nalaze pod istim uglovima kao i u prethodnom slučaju, međutim, usmerenje senzora je prema tlu (y minimum). U tom položaju ne izdaje se naredba, te stoga prirodan položaj ruke uz telo ne utiče na kontrolu.



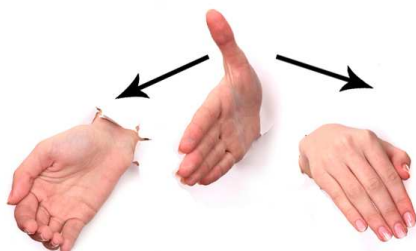
Sl. 5 Prirodni položaj ruke i šake

Na Sl. 6 je prikazano pokretanje naredbe “Promeni nivo rasvete” (eng. *Dimming*).



Sl. 6 Naredba za promenu nivoa osvetljenja

U ovom položaju, z osa senzora za merenje ubrzanja je paralelna sa gravitacijom, dok su x i y ose ortogonalne na silu gravitacije. Z osa paralelna na gravitaciju aktivira naredbu promene nivoa osvetljenja. Laganom rotacijom dlana oko y ose (Sl. 7) menja se nivo osvetljenja od 3.50%, što predstavlja minimalnu vrednost ukoliko je svetiljka uključena, do 100%, što je maksimalna vrednost intenziteta osvetljenja.



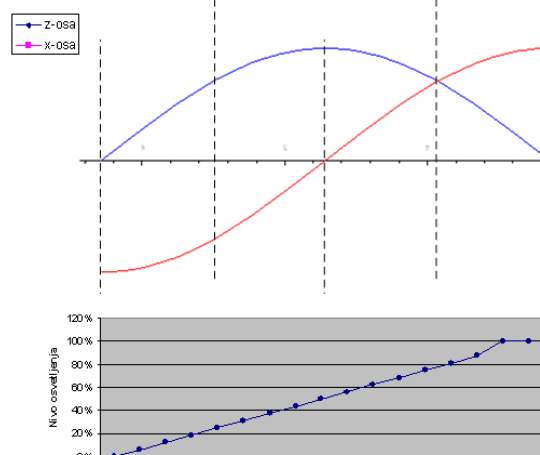
Sl. 7 Rotacija dlana kao niz naredbi za postavljanje željene vrednosti osvetljenja

Intenzitet osvetljenja se menja u zavisnosti od ugla zarotiranog dlana, odnosno ugla koji z i x ose senzora predajnika zaklapaju u odnosu na gravitaciju. Promena ugla z ose od 0 do 180 stepeni (odnosno x ose od -90 do 90 stepeni) uzrokuje promenu intenziteta osvetljenja na način predstavljen u TABELI 1. Na promenu ugla za 11.25 stepeni intenzitet se pojačava ili smanjuje (u zavisnosti od povećanja ili smanjenja ugla) za 6.25%.

TABELA 1: NIVO OSVETLJENJA U ODNOSU NA UGAO ROTACIJE Z OSE PREDAJNIKA.

Ugao rotacije z ose		Intenzitet osvetljenja (%)
od	do	
0 ⁰	11.25 ⁰	3.50%
11.25 ⁰	22.50 ⁰	6.25%
22.50 ⁰	33.75 ⁰	12.50 %
33.75 ⁰	45 ⁰	18.75%
45 ⁰	56.25 ⁰	25.00%
56.25 ⁰	67.50 ⁰	31.25%
67.50 ⁰	78.75 ⁰	37.50%
78.75 ⁰	90 ⁰	43.75%
90 ⁰	101.25 ⁰	50.00%
101.25 ⁰	112.50 ⁰	56.25%
112.50 ⁰	123.75 ⁰	62.50%
123.75 ⁰	135 ⁰	68.75%
135 ⁰	146.25 ⁰	75.00%
146.25 ⁰	157.50 ⁰	81.25%
157.50 ⁰	168.75 ⁰	87.50%
		100% -
168.75 ⁰	360 ⁰	maksimalno

Sl. 8 prikazuje promenu intenziteta osvetljenja u odnosu na ugao koji z i x ose zaklapaju sa silom gravitacije.



Sl. 8 Nivo osvetljenja u zavisnosti od ugla x i z osa senzora u odnosu na gravitaciju

Kada je željeni nivo osvetljenja postignut, šaka se može vratiti u prirodan položaj. Vrednost koja je izabrana ostaje pohranjena u centralnoj procesorskoj jedinici prijemnika do narednog pokretanja neke od opisanih naredbi. Povratkom u položaj sa Sl. 4 uvek će se promeniti stanje sa “Isključen“ na “Uključen“ bez obzira na trenutni nivo osvetljenja. Pošto je vrednost intenziteta osvetljenja sačuvana u centralnoj procesorskoj jedinici pre isključivanja svetiljke, nakon ponovnog uključivanja biće učitana i postavljena sačuvana vrednost.

IV. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena realizacija daljinskog upravljača za kontrolu svetiljke koji zadovoljava karakteristike poput: malih dimenzija i težine, jednostavnost izvedbe i niska cena, bežična komunikacija, nenametljivost i udobnost pri korišćenju. Upravljač je realizovan u obliku rukavice koja

opaža određene pokrete šake koristeći samo jedan senzor za merenje ubrzanja. Prepoznati pokreti se preslikavaju na niz definisanih naredbi koje se bežičnim putem šalju udaljenom prijemniku. Na osnovu primljenih naredbi kontroliše se priključena svetiljka. Istovremeno, uobičajeni pokreti i položaj šake nemaju uticaja na kontrolu.

Prikazano istraživanje između ostalog opisuje način na koji se određeni pokreti ruke i šake mogu prevesti u niz naredbi. Predstavljajući princip rada senzora za merenje ubrzanja primenjenog na prepoznavanje pokreta, moguće je u daljem istraživanju iskoristiti ideju prepoznavanja pokreta za realizaciju uređaja koji pokrete ruke prevodi u niz alfanumeričkih simbola. Takav sistem bi takođe mogao biti zasnovan na korišćenju jednog senzora ubrzanja i definicije ključnih tačaka (odnosno položaja ruke) koje svaki simbol jedinstveno sadrži.

LITERATURA

- [1] A. Smailagic, "Isaac: a voice activated speech response system for wearable computers", First International Symposium on wearable computers, pp. 183–184, 1997.
- [2] H. Regenbrecht, G. Baratoff, I. Pouopyrev, and M. Billinghurst, "A cable-less interaction device for ar and vr environments" Proc. Sec. International Symposium on Mixed Reality, pp. 151–152, 2001.
- [3] J. Lee, G. Hirota, and A. State, "Modelling real objects using video see-through augmented reality", Proc. Sec. Intern. Symposium on Mixed Reality, pp. 19–26, 2001.
- [4] Cheok, A. D., Kumar, K. G., Prince, S., (2002), "Micro-Accelerometer based Hardware Interfaces for Wearable Computer Mixed Reality Applications", The Sixth International Symposium on Wearable Computers, Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, pp.223-230.

- [5] J. Perng, B. Fisher, S. Hollar, K.S.J. Pister, "Acceleration Sensing Glove," ISWC International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, October 18-19th, 1999.
- [6] S. Hollar, J.K. Perng, K.S.J. Pister (2007) "Wireless Static Hand Gesture Recognition with Accelerometers - The Acceleration Sensing Glove", Berkeley Sensor & Actuator Center, University of California, Berkeley
- [7] T. Yamaguchi, T. Kobayashi, A. Ariga, S. Hashimoto, "TwinkleBall: A Wireless Musical Interface for Embodied Sound Media," Proc. of NIME 2010, pp.116-119, Australia, Jun. 2010.
- [8] E. Farella, L. Benini, B. Riccò, A. Acquaviva, "MOCA: a low-power, low-cost motion capture system based on integrated accelerometers", Advances in Multimedia, v.2007 n.1, p.1-1, January 2007
- [9] A. Pandit, D. Dand, S. Mehta, S. Sabesan, A. Daftery, "A Simple Wearable Hand Gesture Recognition Device Using iMEMS", socpar, pp.592-597, Int. Conf. of Soft Computing and Pattern Recognition 2009

ABSTRACT

In this paper we present an idea, concept and implementation of a novel interactive 3D light control. The device is made as a "sensing glove" which recognizes certain hand gestures using one accelerometer and responds through the commands sent to a remote lighting source, at the same time allowing natural hand positions without impact to the control.

GESTURE BASED HARDWARE INTERFACE FOR REMOTE LIGHTING CONTROL

Bojan Mrazovac, Milan Z. Bjelica, Ištvan Papp, Mihajlo Katona