

Kontrola kursora računara praćenjem kretanja očiju korisnika

Interakcija korisnika sa računarom se najčešće ostvaruje korišćenjem tastature i miša, što je nekim ljudima otežano ili čak nemoguće. Ovaj rad je zasnovan na alternativnom načinu interakcije koji karakteriše jednostavnost, fleksibilnost i pouzdanost. Ovaj sistem interakcije podrazumeva da korisnik upravlja kretanjem kursora menjanjem smera u kom gleda. Istraživanje je fokusirano na snimanje očiju korisnika kamerom, te programsku analizu pozicije i kretanja očiju. Pored toga, određenom gestikulacijom (zatvaranjem kapka levog ili desnog oka) korisnik može slati predefinisane poruke računaru (ekvivalent levog i desnog klika miša). Na ovaj način se omogućava jednostavna i efikasna komunikacija korisnika sa računarom. Istraživanje je obuhvatilo razvoj softvera kojim je dokazana mogućnost implementacije i uspešnog korišćenja ovakvog načina interakcije.

Uvod

U svetu uvek postoji potreba za novim, praktičnijim, pa i raznovrsnijim načinima komunikacije čoveka (korisnika) i računara. Razne bolesti mogu degradirati čovekove motoričke sposobnosti, znatno smanjujući njegovu pokretnost. Javilo se veliko interesovanje za razvijanjem tehnologija koje bi ljudima sa motoričkim ograničenjima pomogle u svakodnevnom životu, koristeći očuvane telesne funkcije (kao što je vid). Cilj ovog projekta je bio da se razvije koristan i praktičan sistem interakcije za svakodnevnu upotrebu. U toku rada na projektu, razvijeni su različiti sistemi, od kojih je izabran onaj koji se tokom testiranja pokazao kao najpouzdaniji.

Opis prvobitnog algoritma

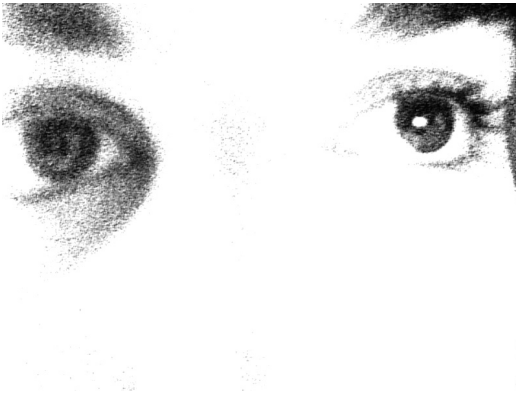
U prvobitnom sistemu kamera je bila pozicionirana tako da se u snimljenom kadru pojavljuju samo oči korisnika. Ovo je postignuto time što je kamera postavljena na kačket koji je korisnik nosio u toku upotrebe. Slika dobijena sa kamere je prvo prosvetljena a potom su boje na slici konvertovane u nijanse sive boje. Na ovaj način su oči korisnika ostale kao izražene crne površine na slici (slika 1). Kao crne površine se nekad izdvajaju i obrve korisnika ili čak kosa, ali su oči uvek najniže na slici i lako se izdvajaju. Prednost ovog sistema leži u njegovoj jednostavnosti i mogućnosti da se takav sistem osposobi za veoma kratko vreme (bez previše podešavanja). Velike mane sistema su bile često pojavljivanje šuma, ali i pometnja u određivanju položaja očiju koju su unosile trepavice. Zbog činjenice da je veoma nepouzdan, sistem je napušten.

Opis algoritma sa sabiranjem boja

U ovom sistemu kamera koja snima korisnika nalazila se na korisnikovom monitoru i nije zahtevala nikakav poseban način montaže. Sam algoritam zasnovao se na činjenici da, ako se za svaku vertikalnu na nekoj slici saberu sve boje, vertikale u kojima se nalaze oči bi trebalo da se istaknu određenim brojnim vrednostima (jer oči karakterišu velike količine crne boje). Na ovaj način se otkriva pozicija očiju po jednoj osi. Postupak bi se ponovio za drugu koordinatnu osu. Isprobavani su različiti načini sabiranja boja da bi se otkrilo kojim načinom sabiranja se dobija najbolje isticanje crne boje. Slika 2 prikazuje ovaj postupak – isticanje crne boje ukazuje na poziciju očiju; dolazi i do nepravilnosti, odnosno do sličnih isticanja crne boje koja ipak ne ukazuju na poziciju očiju. Neki od isprobavanih postupaka bili su obično sabiranje, sabiranje određenih stepena količina boja

Stevan Miličić (1993), Jagodina, Podnarednika Ljube 5, učenik 2. razreda Računarske gimnazije u Beogradu

*MENTORI:
Dragan Toroman
Miloš Savić*

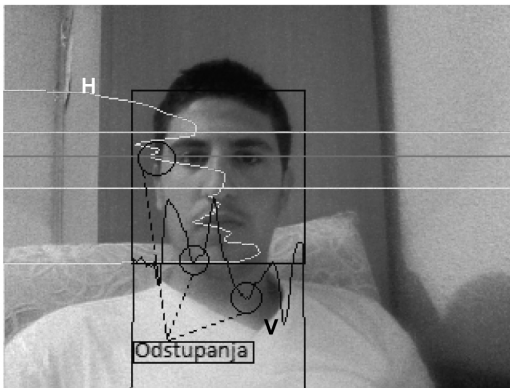


Slika 1. Primer prosvetljene slike

Figure 1. Brightened image example

(stepeni su išli od 2 do 10), sabiranje logaritama itd. Najbolje se pokazalo sabiranje kvadrata boja, koje je davalo najveće isticanje.

Nakon sabiranja vrednosti po datim koordinatnim osama, pravljen je grafik zavisnosti količine boja od pozicije na koordinantnoj osi. Dobijeni grafik je potom analiziran u potrazi za odstupanjima koja bi predstavljala poziciju očiju korisnika. Velika mana ovog algoritma je to što njegova preciznost u mnogome zavisi od okruženja u kom se korisnik nalazi i na količinu crne boje na samom licu korisnika (obrne, kosa itd).



Slika 2. Grafici dobijeni sabiranjem boja po horizontalama (H), odnosno vertikalama (V)

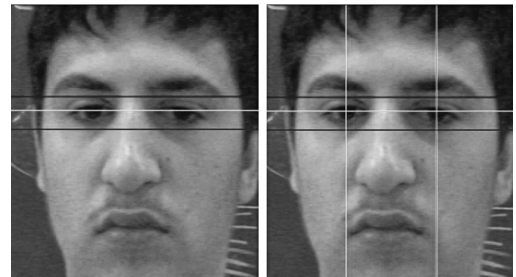
Figure 2. Graphs made by summing the amount of color on the horizontals (H) and the verticals (V)

Opis konačnog algoritma

U sistemu koji je poslednji razvijen kamera je takođe postavljena na monitoru. Sam algoritam praćenja očiju se sastoji iz više faza. Prvi zadatak programa je preuzimanje slike sa kamere i izdvajanje lica korisnika sa te slike. Za izdvajanje lica sa slike korišćena je biblioteka OpenCV.

Nakon što je lice izdvojeno, dalja obrada može da počne. Potrebno je pronaći najmanji horizontalni isečak slike koji sigurno obuhvata oči korisnika (slika 3 levo). Nije neophodna tačna visina očiju, a relativna (koja se i koristi) se dobija preko proporcija lica. Visina isečka se takođe određuje preko proporcija lica.

Sledeći korak podrazumeva izdvajanje vertikalna pozicija očiju. U ograničenom području (ograničeno tamnim horizontalnim linijama) traže se boje u kojima su crvena, zelena i plava komponenta slične (na primer crna, siva, bela). Izdvajanjem velikih grupacija ovakvih boja koje su najbliže nosu korisnika sa obe strane, dobijaju se pozicije vertikalna očiju (slika 3). Pozicija nosa korisnika koja je korišćena je pretpostavljena vrednost. Bitno je da ta referentna pozicija bude između očiju, baš kao i nos. To je obezbeđeno izborom referentne pozicije tačno na polovini lica.



Slika 3. Izdvajanje horizontalnog isečka (levo) i pronalaženje vertikalna pozicija očiju (desno).

Figure 3. Separating the horizontal cutout (left) and finding the horizontal positions of the eyes (right)

Daljom analizom oblasti oko preseka horizontala i vertikalna (položaji očiju) nalaze se zenice, čije se pozicije dalje koriste za kontrolu kursora (slika 4). Oblast pretrage je po visini određena graničnicima (na slici 3 to su tamne linije), a po dužini



Slika 4. Pronalaženje zenica oko preseka horizontala i vertikala pozicija očiju

Figure 4. Finding the pupils near the crossing of the horizontals and verticals of the eye positions

relativno, proporcijom lica. To omogućava dovoljnu sigurnost da u proračune ne upadnu nepoželjni delovi lica, kao što su obrve.

Prvobitna zamisao je bila da se u odnosu na položaj očiju tačno odredi deo ekrana u koji korisnik gleda, i da se zatim kursor pomeri na to mesto. Zbog kvaliteta korišćene kamere, izdvajanjem položaja očiju moguće je odrediti do oko 10 položaja po horizontalnoj osi i oko 5 po vertikalnoj. To omogućava osnovnu kontrolu kursora po ekranu (omogućava 50 različitih pozicija), i može se i tako koristiti.

Međutim, razvijen je drugačiji način kontrole kursora. U odnosu na to da li korisnik gleda gore, dole, levo ili desno u odnosu na sredinu ekrana, kursor se postepeno pomera na određenu stranu. Može se obezbediti i promena brzine pomeraja kursora u odnosu na to koliko daleko od centra ekrana korisnik gleda. Takođe, postoji mogućnost korišćenja levog i desnog klika miša zatvaranjem levog ili desnog oka.

Rezultati testiranja. Testiranje opisanih sistema je vršeno na računaru sa procesorom Intel Celeron 450 od 2GHz, na platformi Windows 7, uz upotrebu kamere Microsoft LifeCam VX-6000. Pri testiranju javio se problem brzine izvršavanja implementiranog programa, ali se sam princip kontrole kursora na ovaj način pokazao mogućim. Uz malo optimizacije ili jače performanse računara, mogu se postići rezultati koji su direktno upotrebljivi u svakodnevnom radu.

Zaključak

Razvijanjem ovog sistema potvrđen je koncept kontrole računara od strane korisnika, upotrebom očiju. Takođe je dokazana mogućnost implementacije različitih algoritama za ostvarivanje takvog rešenja, kao i potencijal za preciznijom kontrolom korišćenjem kamere više rezolucije.

Stevan Miličić

Computer Cursor Control by Eye Tracking

Human-computer interaction is mostly done using the keyboard and mouse. For some people, this is hard or even impossible. This paper is focused on an alternative way of interaction, which is characterized by simplicity, flexibility and reliability. This system of interaction assumes that the user controls the pointer movement by changing the direction he looks at. The research consists of recording the user's eyes with a camera and then analyzing the position and movement of his eyes. Besides that, using certain gestures (closing the left or right eyelid), the user can send predefined messages to the computer (equivalent to the left and right mouse click). This way, simple and efficient communication between user and computer is provided. The research has also included development of software which proves that the implementation and usage of such an interaction system is possible.

