

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
ZAVOD ZA ELEKTRONIČKE SUSTAVE I OBRADBU INFORMACIJA

SEMINARSKI RAD
SUSTAVI ZA PRAĆENJE I VOĐENJE PROCESA

Sučelja čovjek-računalo: Izravna

Irena Popović
0036404375

Zagreb, svibanj 2007.

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Neuroproteze.....	4
2.1. Umjetna pužnica.....	4
2.2. Free Hand.....	6
2.3. Sustavi za stimulaciju mjehura.....	7
2.4. Sučelja mozak-računalo (BCI).....	7
3. Izravna manipulacija.....	9
4. Virtualna stvarnost(VR).....	9
4.1. Bio-senzori.....	9
4.2. Senzorske rukavice.....	10
4.2.1. Data Glove.....	10
4.2.2. Power Glove.....	11
4.3. Raspoznavanje govora.....	12
5. Zaključak.....	12
6. Literatura.....	13

1. Uvod

Rastuća sveprisutnost tehnologije u svim aspektima svakodnevnog života stvara potrebu za efikasan i jednostavan način komunikacije s računalima kako bi se omogućio brz i lak pristup informacijama.

Sučelja čovjek-računalo nisu novost, a njihov razvoj je interdisciplinaran odnosno uključuje brojne grane ljudskog djelovanja kao što su grafička sučelja, operacijski sustavi, industrijsko inženjerstvo, kognitivna psihologija, ergonomija, dijelovi računalne znanosti, medicina te mnoge druge.

To je područje koje se i dalje rapidno razvija. Postoje brojna sučelja i sustavi koji su još uvijek u eksperimentalnoj fazi te je potrebno još mnogo istraživanja i usavršavanja da nađu primjenu u svakodnevnom životu. Usprkos tome veoma je obećavajuće koje nam mogućnosti isti donose.

U nastavku rada u kratkim crticama su opisani samo neki od sučelja koji će omogućiti izravniju komunikaciju čovjeka s računalom. Područje je uistinu opsežno i svaka pojedina tema bi bila i više nego dovoljna za poseban rad samo o njoj.

2. Neuroproteze

To su medicinski uređaji koji preuzimaju/popravljaju funkciju oštećenog živčanog sustava(električka stimulacija zamjenjuje prirodne živčane impulse) spajajući se direktno na ljudski mozak, leđnu moždinu ili živce.

Prvi takvi uređaji razvijeni su još 50-ih godina. Razlikuju se motoričke proteze, osjetilne proteze (slušne, vizualne) itd. Prva neuroproteza koja se komercijalizirala jest umjetna pužnica(cochlear implant).

2.1. Umjetna pužnica

Pužnica je dio unutarnjeg uha u kojem se nalaze osjetne stanice zadužene za primanje zvučnih signala. Kada osjetne stanice propadnu u velikom broju nastaje gluhoća. Do pojave umjetne pužnice medicina nije imala mogućnost liječenja gluhoće.

Prva operacija kohlearne implantacije izvedena je u SAD-u početkom 70-ih godina prošlog stoljeća, a u Hrvatskoj je prva ugradnja umjetne pužnice izvedena 1996. godine. Do danas je umjetna pužnica ugrađena u više od 55 000 pacijenata širom svijeta.

Umjetna pužnica je elektronski uređaj koji se sastoji se od vanjskog i unutarnjeg dijela. Vanjski sadrži mikrofon (primanje zvuka i govora), govorni procesor (pretvaranje zvuka u električne signale) i zavojnicu (prenošenje električnih signala prijemniku).

Unutarnji dio je prijemnik s elektrodom koji se ugrađuje ispod kože iza uha (šalje signal preko elektrode do slušnog živca te dalje do slušne kore mozga).

Suvremene umjetne pužnice imaju višekanalne elektrode koje mogu prenijeti više slušnih informacija.

Broj kontakata elektroda koji se trenutno koriste je između 16 i 22 što je malo obzirom na približno 30 000 živčanih vlakana koje te elektrode moraju aktivirati. Tako da su konfiguracija elektroda, njihovo smještanje, unapređenje procesa koji se odvijaju unutar samog uređaja a još nisu do kraja shvaćeni samo neki od ciljeva novijih istraživanja. Budući da su reakcije i rehabilitacija pacijenta individualne radi se i na razvoju preoperativnih procedura koje bi mogle predvidjeti kako će pacijent reagirati na koji tip umjetne pužnice.



1. govorni procesor

- putem mikrofona prima zvuk iz okoliša
- prerađuje zvuk u digitalne informacije
- putem zavojnice ili provodnog sustava prenosi informacije implantatu



2. prijamnik

- pretvara prenesene informacije u električni signal
- odašilje signale putem tankih žica do mreže elektroda u unutarnjem uhu



3. mreža elektroda

- slušnom živcu dostavlja električne signale putem mreže tankih elektroda
- slušnim se živcem prenosi podražaj do slušne kore mozga

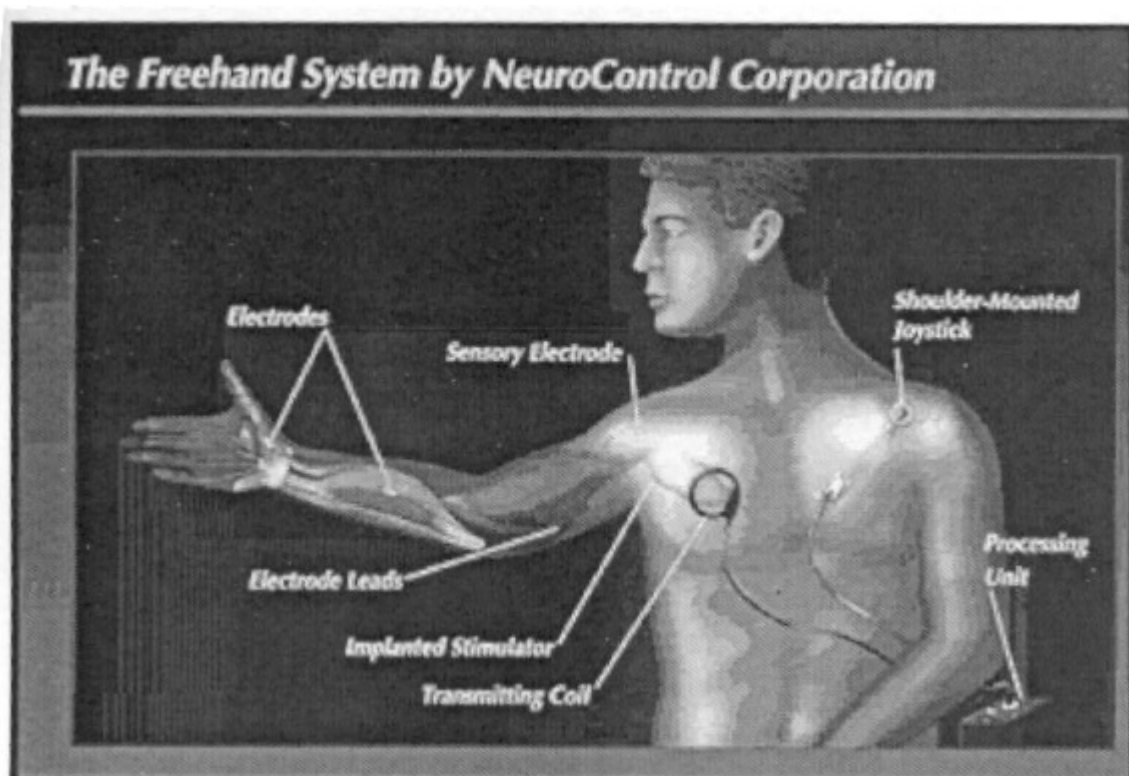
Slika 1. Dijelovi umjetne pužnice i njihova funkcija

2.2 Free Hand

FreeHand je jedan od primjera motoričke proteze. Uređaj koristi ugrađene stimulatore mišića da obnovi ograničene pokrete ruke čiji su dijelovi paralizirani kao posljedica raznih povreda kralježnice.

Sastoji se od elektroda kirurški pričvršćenih za mišiće ruke i podlaktice, stimulatora (pacemaker-style) ugrađenog u prsni koš, zavojnice s vanjske strane kože na mjestu gdje je ugrađen stimulator (za prenošenje signala). Sustavom upravljaju pokreti ramena koji se prate položajnim senzorima na njemu. Odvojena vanjska upravljačka jedinica (koja može biti pričvršćena za kolica) osigurava napajanje i 'mozak' za sustav.

Ovisno o pacijentu, sa sustavom se može osigurati neovisno hranjenje, korištenje telefona, pisanje i ostale svakodnevne potrebe. Ovakvi sustavi kontrole udova kao što je FreeHand ugrađeni su u više od 300 pacijenata.



Slika 2. Dijelovi sustava FreeHand

2.3. Sustavi za stimulaciju mjehura

Sustav za stimulaciju mjehura (VOCARE Bladder System) je najrašireniji tip motoričke proteze. To je električki stimulator okidan izvana dizajniran za ljude s ozljedama leđne moždine (iznad 16 godina) koji zbog paraliziranosti nemaju više kontrolu nad pražnjenjem mjehura. Omogućava pacijentima s netaknutim kontrakcijama mjehura pražnjenje mjehura na zahtjev.

Sustav se sastoji od kirurški ugrađenih unutarnjih komponenti i vanjske upravljačke jedinice. Prijemnik-stimulator (pacemaker style) se ugrađuje pod kožu abdomena i on šalje električne signale preko elektroda do živaca koji vode do mjehura. Korisnik upravlja sustavom pomoću upravljačke jedinice veličine stereo kazete koja ima malu antenu za odašiljanje.

Na tisuće ovakvih uređaja je ugrađeno širom svijeta.

2.4. Sučelja mozak-računalo (BCI)

Ovo je područje veoma obećavajuće ali isto tako još daleko od prave primjene. Mnogo ispitivanja i eksperimenata još prethodi prije nego BCIs (brain-computer interfaces) postanu siguran i učinkovit alat za rehabilitaciju.

U budućnosti, ako će bit uspješna omogućit će pacijentima koji boluju od teških bolesti (ozljede leđne moždine, posljedica udara, cerebralna paraliza, ALS i mnoge druge) motoričku kontrolu koristeći mozak umjesto paraliziranih mišića za direktnu komunikaciju s uređajima.

Sustave djelimo na invazivne (elektrode ugrađene unutar lubanje) i ne-invazivne.

Ne-invazivni se temelje na EEG zapisima snimanim na površini glave. Ovi sustavi koriste paraliziranim i 'zatvorenim' pacijentima da razviju komunikaciju s vanjskim svijetom. Prednost im je što ne izlažu pacijenta riziku operacije mozga ali imaju ograničen kapacitet komunikacijskog kanala. Njihov tipični transfer rate je 5-25 bps. Iako je to nedovoljno za kontrolu pokreta proteze ruke ili noge koja ima više stupnjeva slobode, daje druga praktična rješenja za pacijente u budućnosti kao što su kontrola invalidskim kolicima, komunikacija, računalne operacije.

Invazivni sustavi kod kojih se elektrode ugrađuju u mozak operacijom. Nose rizik otvorene operacije na mozgu, ali imaju signal najbolje kvalitete bez ograničenja kapaciteta.

Razvojem sustava bit će moguće da se proteza čini kao pacijentov vlastiti ud koristeći mikrostimulacije na osjetnim područjima mozga, uz bežičnu telemetriju, senzore dodira i položaja koji osiguravaju i povratni signal u mozak. To je prikazano na slici Slika 3.



Slika 3. Primjer mogućeg BCI u budućnosti

3. Izravna manipulacija

Sučelja s izravnom manipulacijom odmakla su interakciju čovjeka i računala od naredbenih linija i teletype sučelja. Najznačajnije u tom odmaku jest to da "naredba" više nije središnja jedinica interakcije, nego je to postao objekt korisnikove akcije (predstavljen ikonom).

Izravna manipulacija je dakle dijaloška tehnika gdje korisnik izravno utječe na objekte ili reprezentacije objekata na zaslonu tako da pokazuje na njih, pomiče ih ili mijenja njihove fizičke karakteristike koristeći miš, trackball, joystick i sl.

Značajke izravne manipulacije (engl. direct manipulation) definirao je psiholog Ben Shneiderman 1983. godine.

Iako danas, u eri grafičkih korisničkih sučelja, ta svojstva izgledaju sasvim očita i neophodna, ona nisu uvijek bila smatrana odlučujućima u procesu razvoja tehnika interakcije sa računalom (npr. DOS ili UNIX naredbene linije).

Trenutno zastupljene HCI teorije temelje se na analizi trenutnih dostignuća grafičkih korisničkih sučelja (engl. GUI-graphical user interfaces): prozorima (engl. Windows), ikonama (engl. Icons), izbornicima (engl. Menus) i pokazivačima (engl. Pointers) - tzv. WIMP sučelju.

4. Virtualna stvarnost (VR)

Obećavajuće područje koje predstavlja novu generaciju HCI tehnologije s primjenama u mnogim područjima (medicina, sport, znanost, obrazovanje, umjetnost, simulatori leta, simulatori vožnje, vojska itd.)

Sučelje koje se temelji na stvarnosti, odnosno već postojećim korisnikovim vještinama i znanjima, umjesto na učenju i treniranju novih.

Čovjek ima prirodnu sklonost 3D sustavima što olakšava upravljanje uređajima bez mukotrpnog proučavanja i prilagodbe neprirodnom sučelju.

Ovdje ću navesti neke uređaje koji se mogu koristiti kao ulazi.

4.1. Bio-senzori

Bio-senzori su elektrode koje su smještene na koži iznad mišića ili živaca čiji signali se sampliraju.

Električki signali imaju brojne mjerljive karakteristike kao što su jačina, spektralna karakteristika, energija. Tako n.pr. mozak koristi električne signale za kontrolu funkcija ljudskog tijela koje bio-senzori detektiraju a dalje se takvi zapisi interpretiraju nekim softwareom. Trenutno postoje bio-senzori koji mjere električnu aktivnost mišića, mozga i pokreta oka.

Moguća je primjena bio-senzora kao ulaznih uređaja u VR (eng.virtual reality). Uzmimo virtualnu okolinu u kojoj je cijelo tijelo "uključeno"(eng.immersed). Takva okolina reagira na pokret ruke, oka, bilo kojeg mišića ili živca kao ulaza. Ovakav oblik ulaza je prirodniji i intuitivniji korisniku a ostvaren je ulaznim uređajima kao što su rukavica i odijelo. Strateško razmještanje bio-senzora po tijelu također može omogućiti ovakvo sučelje i može koristiti hendikepiranima koji ne mogu koristiti odijela i rukavice.

4.2. Senzorske rukavice

Omogućuju korištenje ruku za manipulaciju nad objektima i u virtualnom svijetu. Rukavica detektira pomak ruke i šalje električki signal kompjutoru koji taj pokret prevodi iz stvarnog prostora u virtualni.

4.2.1. Data Glove

Sadrži 2 alata za mjerenje. Prvi alat mjeri savijanje i ispružanje svakog prsta koristeći set svjetlovodnih kablova koji su oko svakog prsta, uz foto-senzore na jednom a svjetleće diode (eng.LED) na drugom kraju. Kada osoba koja nosi rukavicu savije prst, svjetlo iz LED diode 'pobjegne' kroz male otvore u omotaču kabla. Manje svjetla dolazi do foto-senzora i generira se slabiji električni signal. Na taj način kompjuter prima informaciju koji je prst savijen i koliko.

Drugi alat mjeri apsolutnu poziciju(x, y i z osi) i orijentaciju ruke. Ovaj alat ima dva dijela: stacionarni odašiljač i prijemnik koji je smješten na rukavici. Oba dijela su načinjena od 3 namota žice pod pravim kutom. Kroz odašiljač prolazi el.struja koja stvara magnetsko polje. Kada se rukavica pomakne prijemnik na njoj proizvodi 3 različita naboja, mjerenjem tih naboja može se proračunati položaj i orijentacija rukavice.

Data Glove rukavica zahtjeva rekalkibraciju za svakog korisnika.



P5 Glove



CyberGlove II



5DT Glove5

Slika 4. Neki modeli Data Glove rukavica

4.2.2. Power Glove

Power Glove rukavica je jeftinija verzija Data Glove rukavice (oko 100x) koja izvodi istu funkciju ali potpuno drukčijim metodama. Izvorno je prodavana kao upravljač igre za Nintendo sustave, ali zbog svoje pristupačnosti našla je primjenu u brojnim istraživanjima virtualne stvarnosti ustanova diljem svijeta.

Za mjerenje savijanja koristi traku od mylar plastike s električki vodljivom vezom. Ta traka je smještena duž svakog prsta i kada se prst savija, električki otpor se mijenja. Promjena odgovara stupnju savijenosti.

Za određivanje apsolutne pozicije i orijentacije koristi jednostavniju ultrazvučnu tehniku položaja. Prijemnik detektira signale od 2 ultrazvučna odašiljača na rukavici i prevodi ih u položaj u prostoru.

I Power Glove rukavicu potrebno je recalibrirati za svakog korisnika. Manje je točna od Data Glove rukavice, te je otpornija i lakša za upotrebu.



Slika 5. Power Glove rukavica

4.3. Raspoznavanje govora

Govor je vrlo poželjan ulaz u VR budući da su brojne studije pokazale da je najbrži oblik komunikacije upravo govor, neovisno kakva je brzina tipkanja.

Sustavi za raspoznavanje govora su daleko od savršenih pogotovo za razumijevanje kontinuiranog govora. Većina sustava zahtijeva treniranje, gdje korisnik mora ponavljati riječ mnogo puta na različite načine da kompjuter može prepoznati različite obrasce zvuka. Većina je ograničena na rječnik do 100 riječi. Izgovorene riječi se pretvaraju u električne signale, a ti signali se transformiraju u kodirane uzorke kojima se dodjeljuje značenje.

Upotreba govora kao ulaza u VR je ograničena na dva načina.

Prvo u nekim slučajevima upotreba govora umanjuje učinkovitost (n.pr. ako treba nacrtati crtu puno je lakše povući istu koristeći miša ili tipkovnicu nego reći "Nacrtaj crtu počevši od koordinate te i te do koordinate te i te")

Drugo, kompjuter može imati poteškoće u razumijevanju riječi koje imaju različito značenje u različitim kontekstima ili riječi koje slično zvuče.

Zatim jedan od problema jest što svaki čovjek ima drukčiji glas.

5. Zaključak

Budućnost donosi sve kompleksnije sustave čiji će razvoj biti sve dinamičniji, te će vrijeme za ovladavanje tim sustavima biti kraće. Stoga je jedan od najvažnijih zadataka razviti nova inteligentna sučelja čovjek-računalo koja će omogućiti komunikaciju čovjeka s računalom na intuitivan i čovjeku prirodan način.

U ovom su seminaru kratko opisana neka od sučelja koja predstavljaju novu generaciju HCI tehnologije, te će osigurati izravniju komunikaciju čovjeka i računala.

Primjena tih sučelja u brojnim poljima ljudskog društva poboljšat će kvalitetu življenja u budućnosti. Tako će dio ljudske svakodnevice postati ono što sad možemo gledati samo u SF filmovima budući da zbog nedovoljne istraženosti i velikih troškova još uvijek nije dostupno 'običnom čovjeku'.

6. Literatura

- [1] Mikhail A. Lebedev and Miguel A.L. Nicolelis:
" Brain-machine interfaces: past, present and future",
Department of Neurobiology and Center for Neuroengineering,
Duke University, Durham, USA, 2006
- [2] Edwin L. Hutchins, James D. Hollan, and Donald A. Norman:
" Direct Manipulation Interfaces", University of California, San Diego
- [3] Shy Shoham and Sam Hall: " Where is the real Matrix?", USA, 2003
- [4] Robert J.K. Jacob: "What is the Next Generation of Human-Computer Interaction?",
Department of Computer Science Tufts University Medford, USA, 2006
- [5] Ken Pimentel, Kevin Teixeira: "Virtual Reality: through the new looking glass",
Intel/Windcrest/McGraw Hill,1993.
- [6] Lloyd, Anthony, Lusted, H.S., and Rick Rees,
"Bio-Signal Processing: A New Platform," Biomuse Manual, Release 2,
BioControl Systems Inc., 1992.
- [7] R.B. Knapp and H.S. Lusted, "Biocontrollers for the Physically Disabled:
A Direct Link from the Nervous System to Computer",
Department of Electrical Engineering, San Jose State University and Stanford
School of Medicine
- [8] Shneiderman, B. : "Designing the User Interface:
Strategies for Effective Human- Computer Interaction " , 2nd Edition, Addison-Wesley
- [9] Cater, John P., Electronically Hearing: Computer Speech Recognition,
Howard W. Sams & Co., Indianapolis, IN,.