

*Fakultet elektrotehnike i računarstva*  
**Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija**

Seminar iz predmeta  
Sustavi za praćenje i vođenje procesa

## Wearable Computing

**Student:** Vedran Brzić  
**JMBAG:** 0036381684  
**E-mail:** vedranbrzic@yahoo.com

**Zagreb, svibanj 2004.**

## SADRŽAJ:

1. Što je to <i>wearable computing</i> ?	3
1.1. Uvod	3
1.2. Definicija	3
1.3. Povijesni razvoj <i>wearable</i> računarstva	5
2. Tehnologija	6
2.1. Izlazne jedinice	6
2.2. Ulazne jedinice	7
2.3. Centralna jedinica i operacijski sustav	8
2.4. Napajanje	9
3. Primjene	9
3.1. <i>Wearable</i> tehnologija u medicini	9
3.2. Umjetna pužnica	10
4. Sadašnjost i budućnost	11
5. Literatura	13

# 1. Što je to *wearable computing*?

## 1.1. Uvod

Proučavajući ovu temu, odn. ono što "internet ima reći" o njoj, iznenadio sam se kad sam shvatio do kojih granica ide taj pojam. Kad sam se prvi put susreo s izrazom *wearable computing*, shvatio sam to kao neku vrstu *smart odjeće*, međutim kada pogledamo detaljnije takva definicija je nedovoljna. *Wearable computing* je teško prevesti, izraz odjevno računarstvo zvuči pomalo nezgrapno i možda bi bilo bolje koristiti originalan izraz na engleskom jeziku, jer se na taj način zadržava i njegov smisao. (*wearable*, *adj.* koji se može nositi, oblačiti)

## 1.2. Definicija:

Nekakva okvirna definicija *wearable* računala jest, da je to računalo koje je uvijek sa vama, jednostavno, lako i ugodno za nositi, odnosno koristiti, te da je nenametljivo poput odjeće. Detaljnija definicija bi bila da *wearable* računala imaju većinu od slijedećih karakteristika:

- Osnovna značajka *wearable* računala jest da ga se može koristiti dok hodamo ili se na bilo koji način krećemo. Ovo ga svojstvo razlikuje od stolnih i prijenosnih računala.
- *Hands-free* korištenje *wearable* računala je također jedna od značajki. *Hands-free* korištenje uređaja uvelike olakšava njegovu upotrebu. Postavlja se pitanje na koji način realizirati jedan takav sustav. Nameće se upravljanje glasom kao moguće rješenje ili se korištenjem *joysticka*, žičane (*chording*) tipkovnice ili virtualne tipkovnice može korištenje ruku svesti na minimum.
- Osim što ima korisničke ulaze, ovakav uređaj bi trebao imati i senzore za okolinu. Oni mogu uključivati bežičnu komunikaciju, GPS, kamere ili mikrofone. Bežična komunikacija između senzora i centralnog dijela uređaja je potrebna radi reduciranja žica odnosno radi lakšeg i ugodnijeg korištenja. GPS, odnosno kamere i mikrofoni su nam korisni ovisno o primjeni uređaja.

- *Wearable* računalo bi trebalo moći dostaviti informaciju korisniku bez obzira na to da li se uređaj trenutno koristi ili ne. Primjerice, ako želimo provjeriti e-mail, stolno računalo bi prvo trebalo upaliti, "spojiti se na internet", pa pokrenuti program, da bi dobili informaciju koja nas zanima. Sa *wearable* računalom je situacija drugačija, ukoliko dobijemo novi e-mail on će nas na to odmah upozoriti, iako ga možda u tom trenutku i ne koristimo. Zato je važna i slijedeća karakteristika.
- *Wearable* računalo mora uvijek biti uključeno, te senzoricirati i raditi ono za što je predviđeno (za razliku od uređaja poput *hand-held* računala koji se, kada se ne koriste, obično nalaze ugašeni u džepu korisnika).
- *Wearable* računalo bi trebalo djelovati kao neka vrsta posrednika između korisnika i okoline i to u smislu zaštitnog omotača, čime dovodimo stupanj privatnosti na višu razinu. Filtriranjem ulaznih podataka možemo se zaštititi od nepotrebnih, nepoželjnih ili uvredljivih informacija. Iako i uređaji poput stolnih računala mogu pomoći u zaštiti naše privatnosti, slaba točka ovakvih sustava je prostor između korisnika i uređaja. Općenito je mnogo lakše ugroziti vezu između korisnika i računala nego između dva računala. I tu je prednost *wearable* računala, zbog bolje povezanosti s korisnikom. Korisnik je zaštićeniji od direktnog ugrožavanja privatnosti (primjerice, video kamera iznad tipkovnice, ili mogućnost da nas netko promatra dok tipkamo).

Iz svih navedenih svojstava možemo zaključiti slijedeće.

*Wearable computing* daje novi oblik u interakciji između čovjeka i stroja odn. računala. Sada govorimo o uređaju, koji je malen, u formi odjeće, programabilan od strane korisnika, ali i što je posebno važno uvijek je uključen i uvijek je spreman za upotrebu. Tradicionalno računarstvo je bazirano na ideji da je računarstvo primarna zadaća. S druge strane, *wearable* računarstvo je bazirano upravo na ideji da računarstvo **nije** primarna zadaća. Pretpostavka *wearable* računarstva jest da će korisnik raditi nešto drugo u isto vrijeme dok koristi računalo (svjesno ili nesvjesno). Iz ovog proizlazi da bi nam *wearable* računalo trebalo služiti za povećavanje intelektualnih sposobnosti, pojačavanje ili poboljšavanje osjeta.

### 1.3. Povijesni razvoj *wearable* računarstva:

Ako bi nam *wearable* računalo trebalo služiti za pojačavanje ili poboljšavanje osjeta, onda možemo reći da prve korijene *wearable* računarstva pronalazimo još u srednjem vijeku, kada se prvi put spominje korištenje leća (naočale). Navedimo još neke godine i događaje koji su utjecali na razvoj *wearable* računarstva:

**1762.** John Harrison je izumio džepni sat.

**1907.** Pilot Alberto Santos-Dumont je izumio ručni sat.

**1960.** Manfred Clynes smišlja riječ *Cyborg*.

**1968.** Douglas Engelbart demonstrira žičanu tipkovnicu za jednu ruku.

**1977.** C.C. Collins je nakon 10 godišnjeg istraživanja izumio vizualno-taktilno pomagalo za slijepe. Uređaj je pretvarao sliku sa kamere u 1024 taktilne točke na površini od 10".

**1979.** Sony predstavlja prvi Walkman.

**1987.** Prikazan je film Terminator. Zanimljive su scene iz perspektive Terminatora (*cyborga*), sa tekstom i informacijama koji se ispisuju preko slike okoline.

**1989.** Predstavljen je uređaj *Private Eye*, zaslon veličine 1.25" koji se stavlja na glavu i kreira virtualnu sliku dimenzije 15" , na udaljenosti od 18" (**slika 1.**).

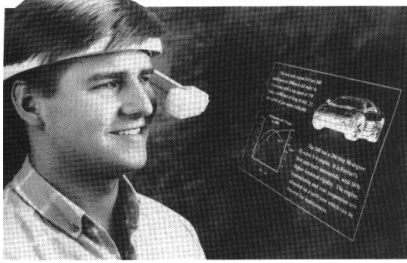
**1990.** Gerald Maguire and John Ioannidis predstavljaju *Student Electronic Notebook*, prijenosno računalo sa *Private Eye* zaslonom i virtualnom tipkovnicom.

**1993.** BBN dovršava *Pathfinder system*, *wearable* računalo s ugrađenim GPS sustavom i sustavom za detekciju radijacijskog zračenja.

**1994.** Steve Mann je izumio *Wearable Wireless Webcam* (prijenosnu bežičnu web-kameru, **slika 2.**).

**1996.** DARPA sponzorira "*Wearables in 2005*" radionicu.

**1997.** CMU, MIT i Georgia Tech su domaćini prvog IEEE *International Symposium on Wearables Computers* (IEEE međunarodni simpozij o *wearable* računalima).



Slika 1. Private Eye



Slika 2. Steve Mann

## 2. Tehnologija:

### 2.1. Izlazne jedinice:

Kao što su monitori najbolje i najčešće izlazne jedinice kod običnih računala, tako su i zasloni najprihvatljivije rješenje kod *wearable* računala. Postoje dvije vrste zaslona: neprozirni i prozirni.

Neprozirni zasloni su minijaturna verzija LCD zaslona, obično korištenih u PDA uređajima. Dijagonala im je 1", mogu proizvesti sliku rezolucije 800 x 600 piksela sa 16 milijuna boja. Obično se implementiraju kao na **slici 3**.

Prozirni zasloni obavljaju istu funkciju kao i neprozirni, ali su dizajnirani na način da korisnik može kroz prikazanu sliku vidjeti okolinu. Na **slici 4** je prikazan proizvod firme *MicroOptical Corporation* koji koristi obične naočale sa posebnom reflektirajućom prizmom koja je integrirana u leći. O okviru načala je LCD projektor koji generira zrake svjetla koje se reflektiraju od prizme u oko korisnika i stvaraju privid slike udaljene jedan do dva metra od korisnika.



**Slika 3.** MicroOptical SV-6 PC-viewer



**Slika 4.** Prozirni zaslon\*

\*Prozirni zaslon realiziran pomoću prizme ugrađene u leću naočala. Rezolucija dobivene slike je 320x240 piksela sa 65536 boja i frekvencijom osvježavanja od 60 Hz.

## 2.2. Ulazne jedinice:

Kao ulazna jedinica u *wearable* računalima se koristi tipkovnica, ali naravno ne u obliku kao kod stolnih računala. Na **slici 5.** je prikazana ručna vodootporna QWERTY tipkovnica (*WristPC Keyboard* iz *L3 Systems*), kao jedno jednostavno iako ne baš diskretno rješenje.

Drugačiji način implementacije bi bila žičana tipkovnica. Može biti oblikovana na način da bude veličine dlana. Kombinacijama simultanog pritiskanja više tipki odjednom, dobivamo različite znakove. Na **slici 6.** je prikazan *Twiddler2* proizvod firme *HandyKey Corporation*.

Najnoviji uređaji kao što je *Lightglove* (svjetlosna rukavica) na **slici 7.** uopće ne koriste stvarne tipke. *Lightglove* koristi 5 LED i optičke senzore za detektiranje pomicanja prstiju po virtualnoj tipkovnici. Kad prst "pritisne" tipku, promjena u refleksiji zrake svjetla će biti detektirana. Radi praktičnosti, virtualna tipkovnica i lokacija ruke mogu biti prikazani na zaslonu računala.

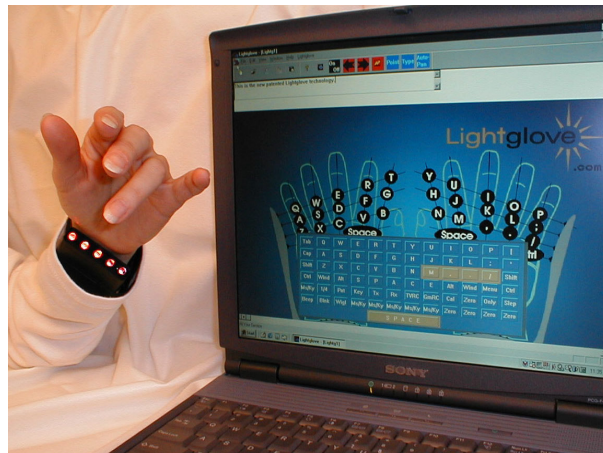
U slučaju da korisnik nije u mogućnosti koristiti ruke za upravljanje računalom, postoji alternativa tipkovnici u vidu glasovnog upravljanja. Međutim tehnologija danas još nije toliko uznapredovala da s računalom možemo pričati, već se upravljanje glasom svodi na korištenje odvojenih komandnih riječi.



**Slika 5.** WristPC Keyboard iz L3 Systems



**Slika 6.** Twiddler 2



**Slika 7.** The Lightglove

### **2.3. Centralna jedinica i operacijski sustav:**

PC/104 arhitektura je dizajnirana za ugrađene mikroracionalne sustave (*embedded microcomputer*) i u osnovi sažima regularnu PC arhitekturu u ultra male pakete. Budući da je arhitektura x86-kompatibilna, mogu se koristiti standardni operacijski sustavi poput Linuxa ili Windowsa NT.



## 2.4 Napajanje:

Napajanje jest i biti će jedan od glavnih problema u *wearable* računarstvu. Prije u tekstu smo rekli da bi *wearable* računala trebala **stalno** biti uključena, što znači da stalno troše energiju. Najjednostavnije rješenje su naravno baterije. Problem s baterijama je taj što za dulje vrijeme rada trebamo veće i teže baterije, a to nam bitno povećava masu samog uređaja. Postoje alternativna rješenja za napajanje *wearable* uređaja. Primjerice cipele koje koriste normalne pokrete, rastezanje i savijanje (piezoelektrični pretvornici) za stvaranje električne energije. Također moguće je iskoristiti sunčevu energiju ili tjelesnu toplinu samog korisnika. Prema nekim istraživanjima (NASA), ljudsko tijelo (s prosječno 15% masti) je sposobno proizvoditi 11 000 watt sati. Ali zbog male iskoristivosti od svega 3%, takvim izvorima energije još uvijek ne možemo napajati *wearable* računala.

## 3. Primjene

### 3.1. *Wearable* tehnologija u medicini:

Ljudsko zdravlje je, uz vojnu, sigurno najisplativija industrija. Budući da se u zdravstvo ulažu ogromne količine novca, za očekivati je da *wearable* tehnologija nađe svoju ulogu i u tom području ljudske djelatnosti. Moguću ulogu *wearable* tehnologije u medicini su prepoznali i stručnjaci poput Philipa F. Binkleya sa sveučilišta Ohio te Waltera Frontere, Davida Stanaerta i Joela Steina s Harvarda (po struci su svi **liječnici**, a **ne inženjeri**). Oni se svi slažu u činjenici da je uporaba odjevnih uređaja koji omogućavaju kontinuirano i neprekidno praćenje fizioloških signala od kritične važnosti za unaprijeđenje dijagnoze i liječenja kardiovaskularnih i moždanih bolesti te u rehabilitaciji pacijenata.

Što sve očekujemo od *wearable* tehnologije u medicini:

- Važno je da uređaji mogu snimati i zadržavati više fizioloških signala kroz dugi period vremena, što je bitno za bolje razumijevanje patofiziologije (razvoj i posljedice) bolesti te otkrivanje novih fizioloških znakova koji mogu upozoriti liječnika na potrebu intervencije.
- Neinvazivno detektiranje je poželjno (radi infekcija i neželjenih oštećenja tkiva i organa).

- Telemetrijski prijenos signala je također jedan od zahtjeva na *wearable* uređaje. Naime, želimo da liječnik može pregledavati signale koje daje naš uređaj s nekog udaljenog mjesta (samim time pacijent može biti u svom domu, obavljati uobičajene poslove, a liječnik iz svog ureda može pratiti ili provjeravati njegovo stanje).
- Naposljetku, sposobnost da takvi uređaji sami upravljaju terapijom bi uvelike povećala efikasnost liječenja bolesti. To znači registriranje znakova koje daju fiziološki signali te reagiranje na te signale, primjerice povećanje ili smanjenje doze lijeka i sl.

### 3.2. Umjetna pužnica

Tehnologija nam omogućava nevjerovatne stvari, poput vraćanja sluha gluhima i možda u budućnosti vraćanja vida slijepima. Umjetna pužnica je uređaj koji omogućuje ljudima s receptornim oštećenjima sluha (oštećenja u unutarnjem uhu) da čuju.



**Slika 8.** Umjetna pužnica

Objasnimo u koracima rad umjetne pužnice kako je prikazan na **slici 8**:

1. Usmjereni mikroskop hvata zvuk i pretvara ga u električni signal zvuka,
2. Signal zvuka šalje se procesoru govora
3. Procesor govora analizira signal i kodira ga u specifične električne impulse
4. Kodirani impulsi se šalju u predajnik sa magnetom
5. Predajnik indukcijom prenosi kodirane impulse kroz kožu do implanta umjetne pužnice
6. Implant pretvara primljene impulse u električni signal
7. Signal se šalje u elektrodu (u pužnici) koja pobuđuje neoštećena živčana vlakna
8. Mozak prepoznaje te signale kao osjet zvuka

Znanstvenici također intenzivno rade i na uređaju koji bi slijepim ljudima omogućio vid. Radi se o silicijskom čipu u obliku leće bi se ugrađivao u oko, a prvi koraci su već napravljeni. Ovdje bi trebalo napomenuti da ugrađivanjem čipa u tijelo, čovjek, prema definiciji, postaje "*cyborg*".

#### **4. Sadašnjost i budućnost:**

Kada su se mobiteli pojavili na tržištu, iako su kod pojedinaca dočekani s oduševljenjem, kod ostatka društva (zbog cijene i/ili primitivnosti društva) su postali simbolom snobova i njihovi korisnici su bili ismijavani. Međutim, s vremenom pale su i cijene, a time i predrasude prema mobitelima i oni su postali sastavni dio života suvremenog čovjeka. Vjerovatno danas malo tko može zamisliti život bez mobitela. Kroz isto takvo prijelazno razdoblje sada prolaze i PDA uređaji.

Kod *wearable* računala situacija je malo drugačija. Budući da su neki njegovi dijelovi uvijek vidljivi (zaslon postavljen na glavu, tipkovnica), korisnici se ne bi baš uklopili u okolinu i prolaznici bi ih vjerovatno gledali s čuđenjem. Zbog toga, *wearable* uređaji neće osvojiti značajniji dio tržišta dok ne postanu diskretni i "nenametljivi".

Tražeci po internetu tvrtke koje proizvode *wearable* računala dolazi se u slijepu ulicu. Naime, komercijalno *wearable* računalo trenutno ne postoji. Na tržištu postoje komponente od kojih bi se možda i moglo složiti nekakvo *wearable* računalo,

ali budući da računalna industrija još uvijek nije prihvatila jedinstveni standard, time se trenutno bave tek istraživačke grupe pri sveučilištima (MIT i CMU) ili pojedinci kojima je to hobi, kao što je prof. Steve Mann pri sveučilištu u Torontu (**slika 2.**). Zbog toga je većina komponenti i uređaja na razini prototipova.

Fotografsko pamćenje, poboljšanje kvalitete življenja, primjene u medicini, nesputana komunikacija (bez potrebe za električnom utičnicom ili telefonskom linijom) samo su neke od mogućnosti koje nam nudi *wearable* tehnologija. Možda to u ovom trenutku djeluje kao znanstvena fantastika, ali za očekivati je s obzirom na svakodnevni napredak tehnologije da neće proći puno vremena dok *wearable* računala postanu znanstvena realnost. Tako će prosječni hrvatski student u dogledno vrijeme moći sjediti u parku na klupi, i istodobno gledati/slušati *online* predavanje ili igrati *Unreal* s kolegom na drugoj klupi.

## 5. Literatura

- [1] Information about PC/104 technology, <http://www.pc104.org>
- [2] Handykey corporation, Specifications of Twiddler2, <http://www.handykey.com>
- [3] L3 systems, WristPC keyboard, [http:// www.L3sys.com](http://www.L3sys.com)
- [4] Tiquit, Computing for mobile professionals, <http://www.tiqit.com>
- [5] Research on wearable technology, <http://www.tml.hut.fi>
- [6] SV-6 PC viewer, <http://www.microopticalcorp.com>
- [7] Umjenta pužnica, <http://www.zea.fer.hr/psihoakustika>