



Interakcija čovek računar

(Human-Computer Interaction - HCI)

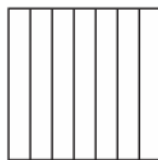
Elektronski fakultet Niš

Faktor čovek kod
HCI-ja - II deo

Čulo vida – percepcija dubine

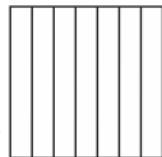
- Čovekova mogućnost da opaža udaljenost u stvarnom svetu zavisi od većeg broja faktora.
- Osnovni mehanizam osećaja dubine, **binokularni stereo vid**, nije u potpunosti pouzdan, pa ga nadopunjujemo monokularnim dubinskim komponentama koje ne uključuju stereo vid.
- Na uobičajenim računarskim ekranima, ove monokularne komponente jedina su sredstva za percepciju dubine, budući da se prikaz renderuje na ravnom ekranu.

Čulo vida – percepcija dubine

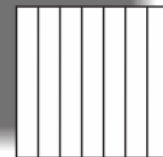


Trougao i kvadrat su iste visine?
Ili je kvadrat dalje od trougla?

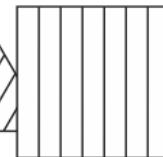
Kako dočarati da je trougao u pozadini?



sivilom



senkom



preklapanjem



Prepoznavanje lica

- Ljudi mogu izvršiti neke tipove segmentacije slike vrlo brzo.
- Obrada slike ljudskog lica unutar scene obavlja se mnogo brže nego ostali tipovi analiza scene.
- Isto tako, neke zadatke koji zahtevaju veliku preciznost možemo izvršiti bez većih problema, na primer određivanje smeru tuđeg pogleda...

Vizuelno traženje

- Prilikom pronalaženja nekog objekta u mnoštvu različitih objekata bitno je nekoliko faktora:
 - Pronalaženje zadatog slova u nizu slova linearno zavisi od dužine niza.
 - Međutim, ako se boja slova razlikuje od boje ostatka niza, pronalaženje je moguće u približno konstantnom vremenu.
 - Ostali vizualni efekti "odskakanja" uključuju brzinu kojom pronalazimo lokalnu varijaciju jačine svetla, ili identifikaciju drugačije orjentisanog lika u polju indentično orjentisanih (precizno nišanje puškom)

Vizuelno traženje

- **Hick** je pronašao da je vreme pronalaženja jednog objekta između mnogo sličnih objekata logaritamski zavisno od broja objekata:

$$T = k \log_2(n + 1)$$

- gde je: T - vreme pronalaženja objekata, k – konstanta koja zavisi od tipa objekata koji se traži i n – broj objekata
- Prema njemu, ovaj zakon se naziva **Hickovim zakonom**.

Propusna sposobnost

- Koliko će prepoznatih objekata zaista biti procesirano od strane ljudskog mozga, zavisi od **propusne sposobnosti** čoveka, odnosno njegovog ulaznog vizuelnog kanala.
- Količina informacija koju čovek prima preko svog čula vida je određena propusnom sposobnošću, koja je funkcija tipa upravljačkog zadatka, stepena učešća čoveka u radu sistema, obima prikazanih informacija, dužine izraza u pisanom obliku, sjajnosti, kontrasta, dimenzija simbola, i tako dalje.

Propusna sposobnost

- Propusna sposobnost čoveka je određena izrazom:

$$C = \frac{n \log_2 N}{T}$$

gde su:

- C – propusna sposobnost,
- T - vreme prikazivanja,
- n – broj pravilno prikazanih simbola i
- N – dužina alfavita



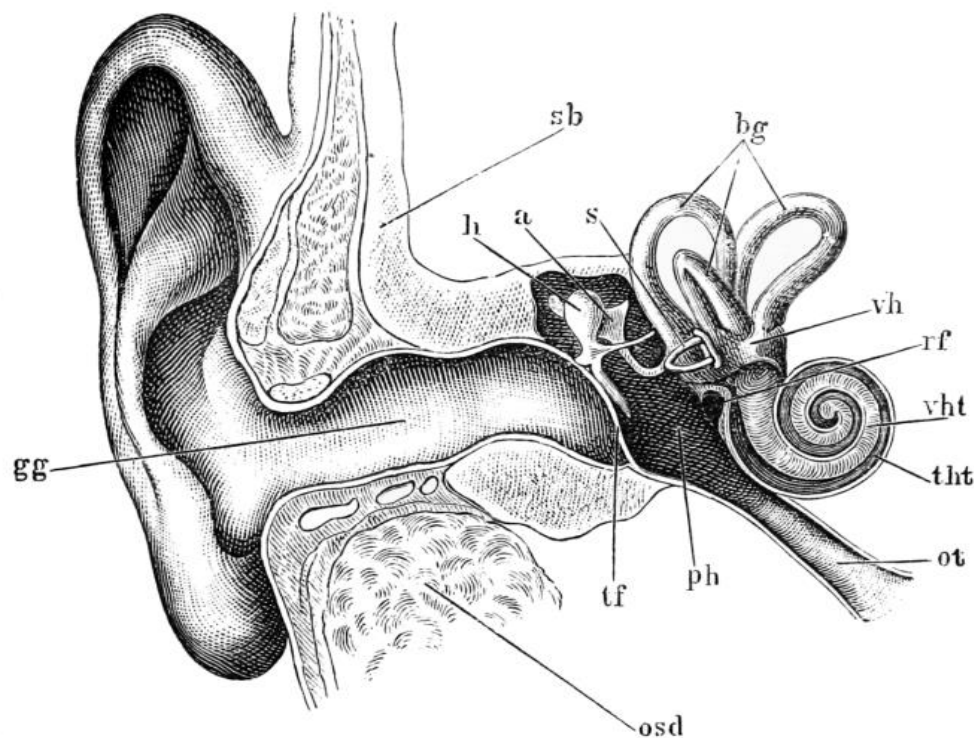
Propusna sposobnost

- Propusna sposobnost vizuelnog sistema čoveka pri prepoznavanju predmeta je 50 - 70 bit/s, a slova i brojeva 55 bit/s.
- Pri produženom vremenu prikazivanja informacija, propusna sposobnost čoveka je manja, optimalna brzina prerade informacija je 0,1-5,5 bit/s.

Čulo sluha

- Drugo čulo po značaju prilikom prihvatanja informacija iz spoljašnjeg sveta i ujedno drugi moduo iz skupa ulaznih kanala u kognitivnom modelu je **čulo sluha**. Ovo čulo detektuje vibracije bubne opne u uhu koje izazivaju zvučni talasi. Te vibracije slušni aparat pretvara u bioelektrične signale koje tumači ljudski mozak.
- Promena pritiska pojačana opnom i srednjim uhom konvertuje se u bioelektrični signal.

Slušni aparat



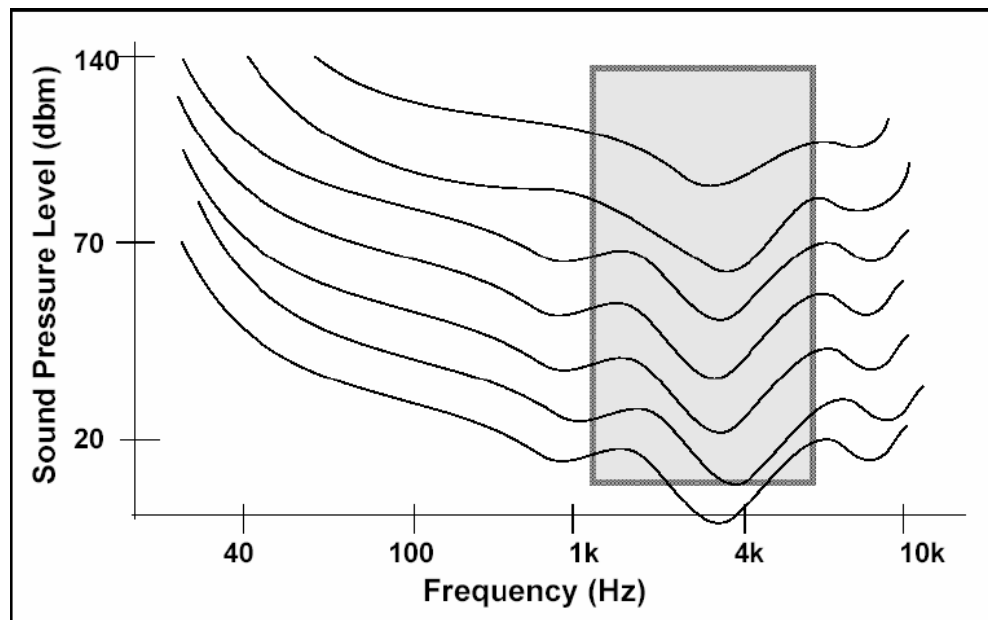


Čulo sluha

- Opseg vibracija pritiska od 20 Hz do 20 kHz – ***visina zvuka***
- Amplituda odgovara ***glasnoći zvuka***
- Bitna je i ***boja zvuka***

Čulo sluha

- Fletcher - Munsen psiho-akustične krive
- Prosečan čovek je osetljiv na frekvencije od 1 kHz – 6 kHz



Čulo dodira

- Treće čulo po značaju prilikom prihvatanja informacija iz spoljašnjeg sveta i ujedno treći moduo iz skupa ulaznih kanala u kognitivnom modelu je **čulo dodira**. Kod čula dodira se pritisak, odnosno vibracije ($< 5kHz$) konvertuju u bioelektrični signal koji se prenosi do mozga na interpretaciju.

Čulo dodira

- Treće čulo po značaju prilikom prihvatanja informacija iz spoljašnjeg sveta i ujedno treći moduo iz skupa ulaznih kanala u kognitivnom modelu je **čulo dodira**. Kod čula dodira se pritisak, odnosno vibracije ($< 5kHz$) konvertuju u bioelektrični signal koji se prenosi do mozga na interpretaciju.

Čulo dodira

- Kod čula dodira postoje dve vrste senzora:
 - **Taktilni** i
 - **Haptički.**
- **Taktilni** senzori detektuju vibracije manje od 5kHz i služe za detektovanje materijala/teksture.
- **Haptički** senzori služe za detektovanje oblika.
- Ipak, i ovaj ulazni kanal nije primarni kanal kada je reč o unosu informacija u računarske sisteme.

Memorija

- Dve osnovne vrste memorije kod čoveka su:
 - **Radna** (privremena) memorija uključuje i senzorsku memoriju koju čine:
 - Video memorija
 - Audio memorija
 - **Trajna** memorija





Senzorska memorija

- Bafer stimulansa koji neprekidno dolaze iz svih čula.
- Baferovanje traje najviše 0,05 sekundi.
- **Pažnja** pomera neku informaciju u radnu memoriju.



Radna memorija

- Čuva informacije koje su prolazne (međurezultati ili početak rečenice tokom čitanja).
- Baferovanje traje najviše 0,2 sekunde.
- Ograničen (mali) kapacitet (7 ± 2).
- Pristup radnoj memoriji najviše 70 ms.



Trajna memorija

- Naš osnovni resurs - čuva sve što znamo.
 - Činjenične informacije,
 - Eksperimentalno znanje,
 - Proceduralna pravila ponašanja.
- Ogromnog, možda beskonačnog, kapaciteta.
- Pristup trajnoj memoriji je reda 100 ms

Trajna memorija

- Postoje dva tipa trajne memorije:
 - **epizodna**, sekvence događaja i iskustva, rekonstrukcija realnog događaja,
 - **semantička**, mreža strukturiranih činjenica, koncepata i sposobnosti dobijenih iz epizodne (učimo iz iskustva).



Pravilo 7 ± 2

- Jedno od najpoznatijih otkrića kognitivne psihologije je ono **Georga Millera** iz 1956. Miller je, proučavajući niz studija, pronašao da ljudi mogu pamtit i negde između 5 i 9 stvari istovremeno. To se pravilo često naziva "**sedam plus ili minus dva**" pravilo.
- Iznenadjuće je to da se uvek radi o istom broju bez obzira na to kakve se stvari pamte:
 - **6174591765 vs. (617) 459-1765**
 - **DECIBMGMC vs. DEC IBM GMC**
- Često se pravilo "plus ili minus dva" primenjuje na pamćenje brojki i slova. Na primer, teško je upamtiti niz od 25 slova, međutim, ako se taj niz podeli u petoslovne reči, pamćenje postaje mnogo lakše i jednostavnije.

Pravilo 7 ± 2

- Miller je te jedinice kratkoročnog pamćenja nazvao **područjima** (engl. **chunks**). Teže je definisati šta je to područje nego samo promatrati fenomen.
- Ipak, nekako je intuitivno jasno da je postojanje područja povezano sa načinom na koji interpretiramo informacije.
- To je često važno za korisnički interfejs - korisniku će lakše biti zapamtiti niz od sedam smislenih operacija nego mnoštvo manjih, međusobno isprepletenih, podoperacija.





Radna vs trajna memorija

- **Kratkoročno pamćenje** uveliko se razlikuje od **dugoročnog pamćenja** koje uključuje naše celokupno znanje.
- **Učenje** je proces u kome prekodiramo informacije iz kratkoročnog u dugoročno pamćenje. U dugoročnom pamćenju one se memorišu povezujući se sa ostalim, već ranije naučenim, činjenicama.
- Sadašnji modeli dugoročnog pamćenja većim se delom temelje na **konekcijskim teorijama** (engl. **connectionist theories**).
- Prema tim teorijama, prisećanje stvari je rezultat aktivacija koje dolaze iz bliskih čvorova u mreži pamćenja, a pamćenje i učenje mogu se poboljšati stvaranjem bogatih asocijacija, odnosno povećavajući broj konekcija u dugoročnom pamćenju. To se koristi u korisničkim interfejsima koja, u svrhu lakšeg korišćenja, oponašaju stvarni svet ili neku drugu poznatu aplikaciju.

Centralni procesor

- Moduo centralni procesor u kognitivnom modelu služi za obradu informacija, rešavanje problema, donošenje odluka i iniciranje akcija preko izlaznih kanala. Centralni procesor u sebi sadrži dve celine:
 - moduo za skretanje pažnje i
 - kognitivni procesor.

Pažnja

- **Pažnja** sprečava *information overload* u našim glavama,
 - Iz senzorske u radnu memoriju - samo interesantne informacije,
 - Iz radne u trajnu memoriju - samo rezultati.
- Moduo koji upravlja ovim poslom se zove **moduo za skretanje pažnje**.
- Postoje dva tipa pažnje:
 - **fokusirana**, praćenje jednog događaja (dijalog, npr),
 - **deljena**, praćenje više događaja, (vožnja i dijalog),





Usmeravanje pažnje u korisničkom interfejsu

- Znajući ovu činjenicu, prilikom dizajniranja korisničkog interfejsa, pažnju korisnika treba usmeravati na delove interfejsa koji su u tom trenutku bitni za obavljanje zadatka. Tehnike koje se koriste za to su:
 - Prostorno ili vremensko strukturiranje
 - Boje
 - Alarmi (flashing, audio).



Proces rešavanja problema kod čoveka

- Osnovni zadatak **kognitivnog procesora** je rešavanje problema.
- **Rešavanje problema** je proces pronalaženja rešenja nepoznatog zadatka koristeći sve znanje koje imamo pri čemu smo u stanju adaptirati informacije tako da nam koriste i u novoj situaciji.



Proces rešavanja problema kod čoveka

- Ovaj proces rešavanja problema je modeliran različitim **teorijama rešavanja problema**.
- Ponavljanje rešavanja istog ili sličnih problema dovodi do fenomena **sticanja iskustva-veština-znanja** koje pomaže da se kod sledećeg rešavanja istog ili sličnog problema, problem reši lakše i za kraće vreme.



Najpoznatije teorije rešavanja problema

- **GESTALT** teorija, 1940-tih, oslanja se na korišćenje već stečenog znanja, odnosno putem pokušaja i grešaka.
- **PROBLEM SPACE** teorija, 1970. godine, um je *information proccessor* – ponaša se kao i svaki drugi automat u prostoru stanja.
- Teorija **ANALOGIJE**, podseća na Gestalt, uspostavlja se veza poznate i nove (nepoznate) oblasti/stanja.



GESTALT teorija

- Rešavanje problema je i **produktivno** i **reproduktivno**.
- Produktivno jer se oslanja na pronicljivost (*insight*) i restukturiranje problema.
- Reproductivno jer se oslanja na stečeno znanje pri čemu je moguće da se fiksiranjem na poznato propuste važne osobine problema.



PROBLEM SPACE teorija

- Problem space čine:
 - skup stanja problema,
 - operatori prelaza, i
 - inicijalno i ciljno stanje.
- Operatori prelaza se koriste da se stigne u ciljno stanje.
- Ogroman broj stanja forsira heuristiku u izboru operacija.
 - **Means-ends** je najpoznatija heuristika: uporediti inicijalno sa ciljnim stanjem i izabrati operacije da se smanje razlike.
- Problem – premestiti orman sa jednog na drugi zid:
 - Prvo u mislima.
 - Potproblem – težina ormana, izbaciti stvari iz njega.
- Ograničenje je kapacitet radne memorije koja aktivno učestvuje tokom pronalaženja operacija.



Teorija ANALOGIJE

- Osnovno je dovesti u vezu novu oblast sa već poznatom oblašću pa se operacije poznate oblasti prenesu u novu oblast.
- Lakše je doći do analogije što su oblasti (ili neke njene operacije) po nekom elementu bliže jedna drugoj.



Modeli rešavanja problema

- Na osnovu pomenutih teorija, razvijani su različiti **modeli rešavanja problema**.
- Jedan od poznatijih modela je nastao na temeljima istraživanja **Ernsta** i **Newella** koji su se bavili rešavanjem problema u oblasti kognitivne psihologije.
- Oni su 1969. godine napravili program pod nazivom ***General Problem Solver (GPS)***.



General Problem Solver (GPS)

- **General Problem Solver (GPS)** je delovao u prostoru stanja.
- Prostor stanja GPS-a sadržao je moguća međustanja koja su se nalazila između nekog početnog stanja i ciljnog stanja.



GPS

- Rad programa temeljio se na rekurzivnoj primeni dve heuristike:
 - A) izabrati međustanje (podcilj) koje će **smanjiti razliku** između trenutnog stanja i željenog stanja
 - B) ako ne postoji način da se cilj dostigne direktno, **rastaviti ga na podciljeve**



GPS

- Ovaj model rešavanja problema kao rekurzivne hijerarhije podciljeva široko je usvojen kao osnova za analizu ljudskog rešavanja problema.
- U fizičkim zadacima koje obavljaju ljudi, temeljne i nedeljive operacije (koje ujedno predstavljaju listove stabla podciljeva) su fizičke operacije.
- Smanjenje razlike između trenutnog stanja i cilja obavlja se na temelju vizuelnog ulaza.
- Težina problema može se izraziti pomoću dubine pripadajućeg stabla podciljeva: ako je stablo preduboko, ograničenost kapaciteta radne memorije (radnog pamćenja) uzrokuje "preliv", pa će osoba koja rešava problem zaboraviti šta treba napraviti sledeće kako bi došla do rešenja.

Sticanje iskustva-veštine-znanja

- Tri osnovna nivoa sticanja veštine:
 - 1. Korisnik koristi opšta pravila kojima interpretira činjenice o problemu. Sporo i zahtevno u pristupu memoriji.
 - 2. Korisnik razvija pravila specifična zadatku.
 - 3. Korisnik podešava pravila tako da se povećaju performanse.
- **Proceduralizacija** pomera 1. u 2., uklanja pravila zahtevna za memorijom i zamenjuje konkretne vrednosti promenljivama.
- **Generalizacija** pomera 2. u 3., generalizuje specifične slučajeve u generalizovane osobine tih slučajeva.



Sticanje iskustva-veštine-znanja

- Nivo 1 intezivno koristi znanje.
- Nivo 2 se oslanja na poznate procedure
- Nivo 3 je *skilled behaviour* koje je često automatizovano (voziti kola ili bicikl) i teško ga je eksplicitno objasniti.



Izlazni kanali

- **Izlazni kanali** su kanali preko kojih korisnik izvršava neke akcije prema sistemu, na osnovu komandi dobijenih od centralnog procesora.
- Psihološke studije mentalnih "izlaza" tradicionalno su više usmerene na istraživanje govora nego na istraživanje fizičke akcije. Ljudski govor je u domenu interesa HCI-a mnogo manje važan nego što je to fizički aspekt komunikacije, budući da su govorno-orjentisani interfejsi relativno retki.



Modeli fizičkog izlaza kod čoveka

- Dinamika akcija koje imaju za cilj neposredan ili posredan dohvat nečega je relativno dobro istražena. Za HCI su najbitnije akcije kucanja na tastaturi i usmeravanja pointera pomoću miša.



Fitts-ov zakon

- Ovaj zakon je publikovao naučnik **Paul Fitts** 1954. godine i po njemu je zakon dobio i ime.
- Ovaj zakon podrazumeva izračunavanje vremena pogađanja (zahvatanja, dostizanja) cilja u pokretu u odnosu na njegovu veličinu i udaljenost.
- Zaključak modela je da je vreme zahvatanja cilja obrnuto proporcionalno širini cilja, a direktno proporcionalno udaljenosti od centra cilja u odnosu na startnu tačku kretanja (teoretski, cilj je na početnoj visini).
- Fitts je, takođe, uočio da vreme kretanja ruke zavisi od udaljenosti A koju ruka treba da pređe i veličine cilja W .

Fitts-ov zakon

- Originalno, zakon je imao sledeći oblik:

$$T = a + b(ID) = a + b \log_2 (2D/W + 1)$$

- gde je:

T - srednje vreme izvršavanja akcije pogađanja cilja,

a i b – parametri modela, odnosno empirijski određene ID – konstante, gde a približno odgovara start/stop vremenu u sekundama za dati uređaj (ili vremenu potrebnog da korisnik klikne na neko dugme), a b meri inherentne brzine uređaja (jedinica za b je milisekunda/bit),

ID – indeks kompleksnosti,

D – rastojanje od startne pozicije do centra ciljnog objekta,

W – širina ciljnog objekta merena duž ose kretanja.

Fitts-ov zakon

- U HCI oblasti, najčešće korišćen oblik ovog zakona je takozvana **Shannon-ova forma**, i ona ima sledeći oblik:

$$T = a + b \log_2 (D/W + 1)$$

gde je:

- | | |
|-------------|---|
| T - | srednje vreme izvršavanja akcije pogađanja cilja, |
| a i b - | parametri modela, odnosno empirijski određene ID - konstante, gde a približno odgovara start/stop vremenu u sekundama za dati uređaj (ili vremenu potrebnog da korisnik klikne na neko dugme), a b meri inherentne brzine uređaja (jedinica za b je milisekunda/bit), |
| D - | rastojanje od startne pozicije do centra ciljnog objekta, |
| W - | širina ciljnog objekta merena duž ose kretanja. |



Fitts-ov zakon

- Ovaj oblik Fitts-ovog zakona je formulisao **Scott MacKenzie**, profesor na York univerzitetu.
- Principi koji proizilaze iz zakona **Fitts-a**, a mogu se primeniti prilikom dizajniranja korisničkog interfejsa, su sledeći:
 - akcijama koje se češće koriste treba pridružiti veće komandne dugmiće, tako da se ne naruši koncept korisničkog interfejsa i
 - akcije koje se češće koriste treba postaviti bliže prosečnoj poziciji kursora.



Ljudska raznolikost i uticaj radnog okruženja

- Prethodno opisani kognitivni model u dobroj meri opisuje način rada čoveka kao sistema.
- Postoje i drugi modeli koji se, sa manje ili više uspeha, mogu primeniti na modeliranje korisnika u interakciji čovek-računar.
- Naravno da svaki od tih modela nije univerzalan, i da se ne može sa istim uspehom primeniti na svakog korisnika. Svaki od modela je, u stvari, pravljen za modeliranje nekog prosečnog korisnika za određenu vrstu sistema.
- **Ljudska raznolikost i uticaj radnog okruženja** su faktori koje svakako treba uzeti u obzir kada se razmatra dizajniranje nekog korisničkog interfejsa.

Uticaj radnog okruženja

- Radno okruženje veoma utiče na satisfakciju korisnika, njegove performanse i nisku verovatnoću greške.
- *American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstation (1988)* definiše:
 - visinu radne površine i prikaznog uređaja,
 - prostor ispod radne površine za noge,
 - širinu i dubinu radne površine,
 - podesivost visine i ugla stolice i radne površine,
 - karakteristike stolice: dubina i ugao sedanja, podrška leđa i lumbarnog dela, nasloni za ruke i šake ...

Internacionalne razlike

- Kulturna, etička, rasna, lingvistička, ... Pozadina
- Levo-desno vs. desno-levo vs. vertikalno čitanje/pisanje,
- Format datuma, sata, iznosa i valute,
- Mere (dužina, težina, ...),
- Telefonski brojevi i adrese,
- Imena i titule,
- Kapitalizacija i punkcija,
- Sekvenca sortiranja,
- Ikone, dugmići, boje,
- Gramatika i pravopis,
- Formalizmi, etiketiranje, metafore ...

Korisnici sa posebnim potrebama

- Korisnici sa oštećenim vidom:
 - povećavanje površine prikaza, konverzija izlaza/ulaza
 - u Brajovu azbuku ili glas,
- Korisnici sa oštećenim sluhom:
 - konverzija audio informacija u video,
- Korisnici sa oštećenom motorikom:
 - specijalni ulazni uređaji (posebne tastature, tasteri, džojstici, praćenje oka, head-mounted optical mouse),
- Korisnici sa problemom u učenju/čitanju (2% u USA)
 - vizuelizacijom protiv teksta, manje konfuznih grafika i daktilografije...

Stariji korisnici

- Sve veći deo populacije koji sa rezervom prihvata novotarije – opterećenost iskustvom.
- Prilagoditi GUI njihovim fizičko-psihičkim mogućnostima:
 - veći font,
 - jači kontrast,
 - ulazni uređaji koji su lakši za upotrebu,
 - glasniji audio,
 - jednostavniji komandni jezik...