



UNIVERZITET SINGIDUNUM
DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
I MEĐUNARODNU SARADNJU

- STUDIJSKI PROGRAM -
SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

- Master rad -

EDUKACIONI MODEL ZA OSOBE SA
POSEBNIM POTREBAMA



UNIVERZITET SINGIDUNUM

Mentor:

Prof. dr Ranko Popović

Kandidat:

Mane Knežević

Br. indeksa: 410464/2009

Beograd, 2012.

SAŽETAK

Osnovna tema ovog rada je niz edukacionih vodiča kako pružiti podršku slepim i slabovidim studentima, smeštajući u prvi plan većinu problema sa kojima se ti studenti suočavaju u toku sticanja visokog obrazovanja. Jako je bitno da se poveća svest o potrebi da se razviju komunikacioni sistemi koji omogućavaju slepim i slabovidim studentima da potpuno i ravnopravno učestvuju u nastavnim aktivnostima, a čim je svest povećana samim tim se i barijere za prevazilaženje prepreka smanjuje.

ABSTRACT

Main topic of this paper is the series of educational guides to providing support to blind and visually impaired students, placing in the foreground most of the problems faced by those students in higher education. It is very important to increase awareness of the need to develop communication systems that allow blind and visually impaired students to fully and equally participate in learning activities, and with that, the barriers to overcome obstacles are lessened.

SADRŽAJ

SAŽETAK	3
SADRŽAJ	4
1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVAČKOG RADA	6
1.1. UVOD.....	6
1.2. PREDMET ISTRAŽIVANJA.....	7
1.3. CILJ ISTRAŽIVANJA	7
1.4. METODE ISTRAŽIVANJA.....	7
1.5. STRUKTURA RADA	7
2. ZNAČAJ E-LEARNING SISTEMA	9
2.1. VIZUELNO OŠTEĆENJE I INTERAKCIJA SA ELEKTRONSKIM INFORMACIJAMA	10
2.1.1. Slepe osobe	10
2.1.2. slabovide osobe.....	10
2.1.3. daltonisti	11
2.2. POMOĆNA TEHNOLOGIJA - UKRATKO	11
2.2.1. screen reading programi	11
2.2.2. screen magnification programi.....	11
3. GOVORNE TEHNOLOGIJE	13
3.1. ASR TEHNIKA	13
3.2. TTS TEHNIKA.....	14
3.3. SLOŽENOST GOVORNIH TEHNOLOGIJA	15
3.4. PRIMENE GOVORNIH TEHNOLOGIJA	15
3.4.1. primene govornih tehnologija za osobe sa invaliditetom	16
3.4.2. interfejsi za osobe sa invaliditetom.....	16
3.5. RAČUNARSKE TEHNOLOGIJE ZA SLEPE KORISNIKE	17
3.6. BRAJEV RED	17
3.7. GOVORNA JEDINICA.....	19
3.8. GOVORNA JEDINICA – E-SPEAK	20
3.9. SCREEN READER.....	21
3.9.1. ms windows i čitači ekrana	22
3.9.2. jaws for windows	23
3.9.3. window – eyes	24
3.9.4. hal for windows.....	24
3.9.5. nvda	25
4. GOVORNE TEHNOLOGIJE KAO POMAGALA ZA STUDENTE SA OŠTEĆENIM VIDOM	29
5. ANREADER	34
5.1. AKCENATSKO-MORFOLOŠKI REČNIK.....	34
5.2. GOVORNA BAZA.....	35
5.3. MOGUĆNOSTI ANREADER-A	36

5.4.	UPUTSTVO ZA KORIŠĆENJE ANREADER APLIKACIJE	37
5.4.1.	Uvod	37
5.4.2.	Instalacija programa	38
5.5.	RAD SA PROGRAMOM.....	39
5.5.1.	SAPI 5 i JAWS verzije 6 ili noviji.....	42
5.5.2.	SAPI 5 i JAWS verzije 5 ili stariji	42
5.5.3.	SAPI 4 i JAWS	43
5.5.4.	Podešavanje glasa i čitanja	43
5.5.5.	Hardversko-sofverski zahtevi za instalaciju anReader-a.....	45
6.	PROJEKTI NA BAZI ANREADER-A	46
6.1.	PROJEKAT VIZIJA	46
6.2.	PROJEKAT KONTAKT	47
6.3.	PROJEKAT AUDIO BIBLIOTEKA ZA SLEPE I SLABOVIDE OSOBE	48
6.4.	PROJEKAT RAČUNARSKI REČNIK ZA SLEPE	49
7.	KINECT TEHNOLOGIJE I NJIHOVA PRIMENA U OBRAZOVANJU.....	50
7.1.	ISTORIJAT.....	50
7.2.	KINECT TEHNOLOGIJA	51
7.2.1.	Optički podsistem.....	53
7.3.	OPŠTA PRIMENA.....	56
7.4.	PRIMENA KINECTA ZA POMOĆ SLEPIMA PRILIKOM KRETANJA.....	57
7.4.1.	Opis sistema.....	59
7.4.2.	Primer eksperimenta sa kinect-om.....	61
7.4.3.	detekcija i izbegavanje prepreka	63
7.5.	PRIMENA DEEP-SENSING TEHNOLOGIJE U OBRAZOVANJU	66
7.5.1.	Mogućnost snimanja video predavanja zadavanjem komandi gestikulacijom.....	67
7.5.2.	Nuvixa stage presence	67
8.	ZAKLJUČAK	72
9.	LITERATURA	73

1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVAČKOG RADA

1.1. UVOD

Vizuelni sistem se može opravdano smatrati kao dominantni senzorski modalitet kod ljudi. Skoro polovina mozga je posvećena vidu, i procenjuje se da je oko 70% od ukupnog moždanog kapaciteta koji je podređen procesiranju senzorskih informacija zapravo zaduženo za obradu vizuelnih informacija. Studije o vizuelnoj percepciji su otkrile da postoji namerna sklonost ljudskog tela ka vizuelnom, u smislu da ako i postoji konflikt između informacija koje čovekov mozak prima preko vizuelnog i bilo kog drugog čula, krajnja odluka će uvek zavisi od čula vida. Pored tolike vezanosti čovekovog iskustva sa vidom, moglo bi se reći da studenti koji su slepi ili slabovidni imaju izuzetno veliku prepreku u sticanju akademskog znanja, na ravnopravan način.

Vizuelno oštećenje dolazi u mnogo formi, od kojih svaka nameće posebne probleme za studente. Prema zdravstvenim organizacijama, postoji oko 80 različitih stanja oka koja mogu da utiču na vid na različite načine. To su stanja poput kratkovidosti, dalekovidosti, daltonizma, katarakte, glaukomi, gde poslednja dva navedena su najčešći izazivači slepila. Ozbiljnost ovih stanja, samim tim i stepen invalidnosti, može da varira značajno. Generalno govoreći, opseg uticaja može da varira od manjih problema sa vidom do potpunog slepila. U zavisnosti od stepena invaliditeta, mogu se razlikovati dve osnovne grupe – slepi i slabovidni, i za svaku od njih treba voditi računa o tome koja su ograničenja kada je u pitanju učestvovanje u nastavnim aktivnostima.

Cilj ovog rada je da se osvrne na osnovne probleme sa kojima se slepi i slabovidni studenti suočavaju kao i da definiše i realizuje najbolja rešenja za prevazilaženje tih problema.

1.2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Predmet master rada je edukacioni model koji omogućava studentima sa oštećenjem vida da ravnopravno učestvuju u nastavnim aktivnostima koristeći određenu *Distance Learning System* platformu. Svrha je upoznati se sa tehnologijama koje su interoperabilne sa DLS platformama, a koje omogućavaju slepima interaktivno učestvovanje u nastavi.

1.3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj rada je prikazati neophodnost implementacije odgovarajućih tehnologija koje olakšavaju edukaciju osoba sa posebnim potrebama.

Cilj rada je predstaviti moderne govorne tehnologije i prve projekte realizovane primenom tih tehnologija, u svrhu pomoći osobama sa oštećenjem vida.

Cilj je ispitivanje dokle je razvoj govornih tehnologija došao u Republici Srbiji, i da li je u mogućnosti da pomogne slepim i slabovidim studentima da učestvuju ravnopravno u nastavnim aktivnostima.

Ostvarivanje cilja istraživanja master rada biće zasnovano isključivo na naučnim činjenicama i saznanjima datim u brojnim radovima i publikacijama stručnjaka iz odgovarajućih naučnih oblasti.

1.4. METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje u sklopu master rada podržano je isključivo saznanjima iz priznate stručne literature, u kojoj su stručnjaci iz odgovarajućih naučnih oblasti predstavljali probleme koji su predmet ovog istraživanja, kao i iskustva koja su stekli u svojim istraživačkim radovima i projektima.

1.5. STRUKTURA RADA

Uvodni deo rada bavi se značajom vida, kao čovekovim dominantnim senzorskim modalitetom. Definisan je pojam oštećenja vida i koji su sve oblici tog invaliditeta koji su prisutni u društvu.

Prvi deo bavi se značajem učenja na daljinu, tzv. *e-learning* ili *distance learning* sistema, koje su prednosti generalno gledano, i na koji način ovaj vid nastave može da pomogne studentima sa vizuelnim oštećenjem. Opisani su problemi sa kojima se studenti sa vizuelnim oštećenjem susreću kada pristupaju elektronskim informacijama, u zavisnosti od prirode samog oštećenja vida. Opisano je i na koji način ti problemi mogu da se prevaziđu.

Deo „Govorne tehnologije“ opisuje pojavu i značaj tih tehnologija i šta se podrazumeva pod tim terminom. Opisane su najčešće korišćene tehnike govornih tehnologija i način na koje one pomažu osobama sa invaliditetom.

Deo “Govorne tehnologije kao pomagala za studente sa oštećenim vidom” samo još jednom ukazuje na potrebu za implementacijom odgovarajućih sistema i aplikacija kako bi se omogućilo i slepim i slabovidim studentima da ravnopravno učestvuju u nastavnim aktivnostima. Takođe sadrži predlog rešenja kako primeniti aplikacije govornih tehnologija u svrhu pomoći studentima sa oštećenjem vida. Opisane su osnovne aplikacije koje se koriste u te svrhe, a opisan je i razvoj novih aplikacija od strane srpskih stručnjaka iz te naučne oblasti.

Deo “Kinekt tehnologije i njihova primena u obrazovanju” se odnosi na razvoj nove tehnologije koja može da pomogne slepim osobama prilikom kretanja i snalaženja u prostoru. Kao i da pruži mogućnost sticanja akademskog znanja osobama sa posebnim potrebama uopšte.

Zaključak predstavlja osvrt na celokupan rad, cilj istraživanja kao i rezultate istraživanja.

2. ZNAČAJ *E-LEARNING* SISTEMA

Rapidni razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija (ICT sektora) doprineo je i uvođenju brojnih inovacija u nastavne sisteme širom sveta. Prednost leži u tome što ICT mogu da obezbede nastavne aktivnosti za bilo koga, bilo gde i bilo kad, omogućavajući studentima fleksibilnost i učenje sopstvenim tempom [1]. Ne samo što ICT obezbeđuju jedinstvene nastavne prilike za sve studente, već i studentima sa posebnim potrebama pružaju prilike koje im nisu dostupne u drugim formama nastavnih aktivnosti [2]. Postoje četiri osnovna razloga za to:

- Nastavni materijali se lako mogu adaptirati različitim nastavnim stilovima, brzinama, komunikacionim formatima.
- Ti isti materijali mogu da se kombinuju sa asistivnim tehnologijama, i kada su jednom u elektronskom formatu, mogu da se predstave i na neke redundantne, alternativne formate (npr. da se predstave dodatno u govorni oblik što je značajno za slepe i slabovide, zatim u grafičkoj formi, itd.).
- Dostupni *web*-bazirani komunikacioni alati olakšavaju studentima komunikaciju sa nastavnim osobljem.
- *Online distance learning* sistemi omogućavaju studentima da prisustvuju nastavnim aktivnostima čak i kada nisu u stanju da lično prisustvuju.

Da bi studenti sa specijalnim potrebama mogli u potpunosti da iskoriste prednosti *online* edukacije neophodno je na umu imati pristupačnost edukativnog programa. Obezbediti pristupačnost elektronskog nastavnog materijala studentima sa posebnim potrebama nije više samo etičko pitanje već je u pojedinim zemaljama postalo i punopravno. Tako na primer, u Sjedinjenim Državama i Velikoj Britaniji od septembra 2002. godine usvojen je zakon po kome je svaka nastavna ustanova dužna da ne diskriminiše studente sa posebnim potrebama, te je stoga obavezna da obezbedi elektronsku nastavnu formu koja je pristupačna za te studente.

2.1. VIZUELNO OŠTEĆENJE I INTERAKCIJA SA ELEKTRONSKIM INFORMACIJAMA

Osobe sa vizuelnim oštećenjem imaju pristup informacijama u elektronskom formatu, poput elektronskih nastavnih kurseva, i mogućnost interakcije sa istim, korišćenjem pomoćnih tehnologija kao što su *screen reading* ili *screen magnifying* aplikacije. Svaka osoba sa vizuelnim oštećenjem, u toku interakcije sa elektronskim nastavnim kursom ili Internetom, može naići na jednu ili više barijera. Značajan napredak je postignut razumevanjem kako pružiti opšti *web material* koji je pristupačan svim osobama sa vizuelnim oštećenjem, bez obzira na prirodu i stepen samog oštećenja, i ta informacija je dostupna preko *World Wide Web Consortium's Web Content Accessibility Guidelines* [3]. Treba napomenuti da je jako bitno poznavati prirodu oštećenja i kako ono utiče na interakciju studenata sa elektronskim informacijama, posebno sa e-nastavnim materijalima, kako bi se razvile odgovarajuće pomoćne tehnologije koje bi im pomogle da te probleme prevaziđu.

2.1.1. SLEPE OSOBE

Slepe osobe nemaju funkcionalnost vida za učenje i kao takve imaju potrebu da koriste audio, Braille i pomoć dodira da bi pristupile elektronskim informacijama na kompjuteru. Međutim, takve vrste pomoćnih sredstava nemaju mogućnost da interpretiraju određene sadržaje poput grafike i slika, osim ukoliko nisu zadate određene tekstualne komande kao *alt-text* tagovi/atributi u HTMLu. Stoga, slepim ljudima su potrebni tekstualni ili govorni ekvivalenti svim slikama korišćenim na internet stranicama. Takođe, miš je potpuno beskoristan za slepe jer njegova upotreba zahteva koordinaciju rukom i vidom. Umesto toga, oni moraju da koriste ili tastaturu ili neki vid govornog ulaza da bi upravljali internet stranicama pa time i svaki deo internet stranica mora biti dostupan putem određenih tastaturnih kontrola. Npr. tipka *tab* omogućava pomeranje fokusa na stavku koju korisnik želi da selektuje. Jako bitnu ulogu nose aplikacije govornih tehnologija koje omogućavaju da se celokupan sadržaj ispisan na ekranu slepom korisniku pročita, po mogućstvu na njegovom maternjem jeziku, jer je to jedini način da slepi korisnik samostalno rukuje elektronskim informacijama. Nešto kasnije u ovom radu biće prikazan detaljan opis najpoznatijih aplikacija govornih tehnologija koje se danas koriste u okviru ravnopravnog *e-learning* sistema.

2.1.2. SLABOVIDE OSOBE

U ovu grupu vizuelno oštećenih osoba spadaju oni koji imaju delimičnu sposobnost vida i kao takvi, neophodna su im određena pomagala kako bi bez ometanja mogli da interpretiraju elektronske sadržaje. Najčešća pomagala uključuju naočari ili sočiva, koji su im potrebni nezavisno od rukovanja sa elektronskim informacijama, međutim, u toku rada sa računarom, tim korisnicima se može na još nekoliko načina izaći u susret. Prvo, svaki korisnik može da odabere boju, font i veličinu ikona prema svojoj potrebi, ukoliko sam izvrši određena podešavanja u operativnom sistemu svog računara. Pored toga, podešavanja mogu da izvrše i u okviru samog softvera koji koriste. Tako na primer, korisnici mogu da podeše neki *web* sajt da odgovara njihovim potrebama tako što poboljšaju kontrast podešavajući šemu boja. Dalje, da bi poboljšali čitljivost nekog sajta, korisnici mogu da koriste aplikacije za uvećanje ekrana (eng. *screen magnifiers*). Najbolje je koristiti više rešenja istovremeno nego jedno pojedinačno.

2.1.3. DALTONISTI

Osnovna definicija daltoniste je osoba koja nema sposobnost razlikovanja određenog spektra boja (npr. crvenu, ljubičastu i plavu vidi kao istu boju, mada je najčešći slučaj nemogućnost razlikovanja crvene i zelene). U najgorem slučaju može se desiti da čovek uopšte ne može da doživi nijednu boju na način na koji svaki drugio čovek doživljava. Ovo su ujedno i razlozi zbog kojih se ne preporučuje da boje imaju ulogu u prenosu informacija. Jer, ako se neka informacija prezentuje samo na osnovu boje, osoba koja je daltonista najverovatnije tu informaciju neće ni obraditi. Sama boja bi stoga trebalo da bude samo dodatna mogućnost prezentovanja neke elektronske informacije. Jedan od načina kako pomoći daltonistima u radu sa kompjuterom jeste dobar kontrast boja, jer se na taj način olakšava, u nekoj meri, razlikovanje boja. Takođe, većina daltonista će imati problem sa čitanjem teksta koji se nalazi na pozadini u boji, posebno ako je kontrast loš, te se stoga preporučuje da se te situacije izbegavaju.

2.2. POMOĆNA TEHNOLOGIJA - UKRATKO

Sofveri poput „čitača ekrana“ i „screen magnifier“-a [4], kao i *braille*-ov displej, služe kao alati podrške slepim i slabovidim korisnicima za pristup elektronskim informacijama. Oni su deo tzv. govornih tehnologija kojima je, zbog njihovog najvećeg značaja, posvećeno posebno poglavlje ovog rada.

2.2.1. SCREEN READING PROGRAMI

Čitač ekrana interpretira sadržaj grafičkog korisničkog interfejsa i konvertuje ključnu informaciju u govorni izlaz. Takođe ima mogućnost praćenja trenutne pozicije kursora i kontroliše sve značajne detalje, poput tekstualnog sadržaja, značenja grafičkih simbola i strukture celokupnog ekrana. Ukoliko korisnik zahteva neku informaciju koja se nalazi van trenutnog sadržaja ekrana, on može ručno da se pomeri u drugu sekciju. Informacija sa trenutne sekcije na ekranu, koja je izražena govornim izlazom, može se kontrolisati operativnim ključevima čitača ekrana ili druge aplikacije koja se koristi. Tipični primeri ovih aplikacija su *JAWS* [5], *Window-Eyes* [6], *SuperNova* [7]. O njima kasnije.

2.2.2. SCREEN MAGNIFICATION PROGRAMI

Ovaj tip aplikacija omogućava da se određeni delovi ekrana uvećaju kako bi se povećala čitljivost teksta i grafika. Sama metoda se može porediti sa radom lupa jer se samo pojedini karakteri i simboli uvećavaju, čime se nažalost smanjuje sadržaj ekrana koji dostupan. Na taj način, ove aplikacije zapravo ograničavaju količinu sadržaja koju korisnik može da vidi odjedanput (videti Sliku 2.1).

Ove aplikacije pružaju i posebne funkcije upravljanja bojama i kontrastom. Takođe se pruža i mogućnost govornog izlaza kako bi se obezbedio adekvatan pristup nekim kompleksnim informacijama sa korisničkog grafičkog interfejsa. Ova funkcija se obezbeđuje samo ukoliko

postoji integrisan čitač ekrana. Neke od ovog tipa aplikacija su *ZoomText* [8], *MAGic* [9] i *Lunar* [10].



Slika 2.1 – Uvećanje od 4 puta primenom *ZoomText Xtra* aplikacije [11]

3. GOVORNE TEHNOLOGIJE

Pojava govornih tehnologija doveli su do značajnih otkrića koja pomažu ljudima u različitim sferama života, a dalji rapidni razvoj istih dovodi do sve veće upotrebe u svakodnevnom životu ljudi.

Govorne tehnologije dostižu nivo razvoja koji omogućuje veliki broj korisnih primena. Jedna od primena za koju se više ne postavlja pitanje da li je sazrela, jeste primena za pomoć osobama sa invaliditetom. Međutim, malo je ovako malih govornih područja za koje su govorne tehnologije razvijene toliko da mogu konkretno, praktično i trajno da pomognu u ostvarivanju osnovnih ljudskih prava tih osoba. Da bi govorne tehnologije bile široko primenjene za pomoć osobama sa invaliditetom, neophodno je da one budu dostupne na njihovom maternjem jeziku. Ovde je važno naglasiti zavisnost govornih tehnologija od jezika. Naime, na jednom govornom području nije moguće direktno primeniti govorne tehnologije razvijane za neki drugi jezik. Ni lokalizacija nije jednostavna kao za druge tehnologije - praktično je za svaki jezik potrebno posebno razvijati govorne tehnologije. Daleko je lakše prilagođenje govornih tehnologija razvijenih za srpski jezik na druge južno-slovenske jezike, nego što je to moguće sa drugih stranih jezika. Za niži kvalitet sintetizovanog govora dovoljna je srodna fonetika, a za viši kvalitet mora biti reč o izuzetno srodnim jezicima - i leksički i morfološki i sintaksno.

U poglavlju 4 biće prikazan istorijat govornih softvera i predstavljeno nekoliko softverskih rešenja kroz koja se vidi konkretna primena ovih tehnologija kada su u pitanju osobe sa oštećenim vidom, što je i glavna tema ovog rada. U narednim poglavljima prikazan je kratak opis osnovnih tehnika koje čine govorne tehnologije i njihova primena za rad sa osobama sa različitim tipovima invaliditeta.

3.1. ASR TEHNIKA

Automatsko prepoznavanje govora (ASR) spada u najveće tehničke izazove savremenog doba i već više od pola veka zaokuplja pažnju istraživača širom sveta. Zadatak automatskog prepoznavanja govora je da na osnovu ulaznih podataka u vidu zvučnog zapisa neke govorne celine (reči ili rečenice) da izlaz u vidu tekstualnog zapisa. Na taj način se govor praktično konvertuje u tekst, odnosno, "prepozna se" šta je određeni govornik izgovorio.

Automatsko prepoznavanje govora realizuje se tako što se iz zvučnog zapisa izdvajaju određena obeležja govornog signala, koja se zatim porede sa unapred pripremljenim referentnim uzorcima ili modelima. Već tu se postavlja niz pitanja: koja su to obeležja relevantna za prepoznavanje govora, kako se ona mogu izdvojiti iz govornog signala, kako se zatim pripremaju referentni uzorci odnosno modeli, kako se vrši poređenje obeležja govorne celine koju treba prepoznati sa referentnim modelima odnosno uzorcima. Poseban problem predstavlja velika varijabilnost govora, jer ne izgovaraju dve osobe istu reč na isti način, niti je jedna ista osoba izgovara uvek na isti način. Iz tih razloga se za prepoznavanje govora koriste sistemi zasnovani na tzv. skrivenim Markovljevim modelima (HMM) i/ili veštačkim neuronskim mrežama.

Automatsko prepoznavanje govora (ASR) odvija se u dve faze: obučavanje (*off-line*) i prepoznavanje (*on-line*). Obučavanje se vrši pomoću odgovarajućih baza govornih uzoraka. Ako ASR sistem mora posebno da se obučava za prepoznavanje datog govornika, reč je o prepoznavanju zavisnom od govornika. Ako, međutim, može uspešno da prepozna veliki broj govornika čiji glasovi nisu korišćeni u fazi obučavanja, reč je o prepoznavanju nezavisnom od govornika.

Razlikujemo ASR sisteme koji prepoznaju izolovane reči od sistema koji mogu da prepoznaju i povezano izgovorene reči. U oba slučaja reči moraju biti iz unapred definisanog skupa koji nazivamo rečnikom. Veličina rečnika utiče na tačnost prepoznavanja - što je rečnik širi, verovatnoća greške je veća. Poseban problem javlja se u slučaju da u rečniku postoje reči koje se slično izgovaraju, ali ovo se pri kreiranju aplikacije najčešće može izbeći.

3.2. TTS TEHNIKA

Sinteza govora na osnovu teksta (TTS) je najstarija govorna tehnologija čiji počeci sežu još u 18. vek, kada su se pojavile prve "mašine koje govore". U međuvremenu je u toj oblasti došlo do dramatičnog razvoja, u najvećoj meri zahvaljujući razvoju računarske tehnologije u poslednjih nekoliko decenija. Ovo je govorna tehnologija kod koje u najvećoj meri dolazi do izražaja zavisnost od jezika, tako da je sintetizator govora za svaki novi jezik potrebno realizovati praktično iz početka, a eventualne adaptacije su moguće samo za izuzetno slične jezike.

Zadatak sinteze govora je da na osnovu ulazne informacije u tekstualnom obliku generiše govorni signal razumljiv čoveku. To podrazumeva i da bi sintetizovan govor morao da zvuči prirodno, odnosno, da bi trebalo da poseduje intonaciju karakterističnu za prirodan ljudski govor. Prirodnost sintetizovanog govora nije samo stvar estetike, već je bitan element za razumevanje poruke, pošto pomaže slušaocu da rastavi govorni tok na reči.

Da bi sintetizovani govor zvučao prirodno, TTS sistem bi morao raspolagati informacijama o željenoj intonaciji, kao i o nizu fonema koje je potrebno izgovoriti. Jedan od najvećih problema sinteze govora na osnovu teksta jeste što te informacije nisu eksplicitno date u tekstu, već ih je potrebno na neki način odrediti. Sintetizatori govora na jezicima sa relativno slobodnim akcentom, u koje spada i srpski, moraju se u tome osloniti na obimne akcenatsko-morfološke rečnike, kao i module za sintaksnu analizu rečenice.

Samo generisanje govornog signala može se obaviti na više načina, ali je u današnje vreme zbog velike procesorske snage i memorijskih kapaciteta savremenih računara, kao i svoje jednostavnosti, najpopularniji pristup povezivanjem najpogodnijih segmenata unapred snimljenog govora, odabranih u toku same sinteze. Pri ovome treba odgovoriti na pitanja kako odabrati odgovarajuće segmente iz govorne baze koja može da sadrži i više od deset hiljada reči, kolika treba da bude veličina tih segmenata, kako ih obraditi tako da se njihova akustička

svojstva podudare sa zahtevanim, kao i da se prelazi na granicama između segmenata što manje čuju. Na ova pitanja odgovore daju brojne tehnike sinteze govornog signala, među kojima su najznačajnije TD-PSOLA metod u vremenskom domenu, kao i H/N metod hibridne sinteze govora u frekvencijskom domenu.

3.3. SLOŽENOST GOVORNIH TEHNOLOGIJA

Velike mogućnosti primene govornih tehnologija decenijama motivišu istraživačke timove širom sveta da se uhvate u koštac sa jednim od najtežih multidisciplinarnih problema: kako računar naučiti da razume čovekov govor i da može da odgovara sintetizovanim govorom. Zašto su prepoznavanje i sinteza teški zadaci za računare? Pri sintezi govora na osnovu teksta zadatak je goli tekst pretvoriti u govor, pri čemu je neophodno rešiti niz problema. Prilikom pretvaranja svakog napisanog slova u glas postavlja se pitanje da li je to slovo u naglašenom ili nenaglašenom slogu, koja je vrsta akcenta u pitanju (u našem jeziku, koji spada u retku grupu tonskih jezika, ima ih 4), koliko traje izgovor toga glasa u datom kontekstu, kako se menja visina tona a kako jačina glasa u toku njegovog izgovora. Svi ovi (prozodijski) elementi moraju se generisati na nivou glasa, sloga, reči i rečenice. S druge strane, pri automatskom prepoznavanju govora osnovni problem je u velikoj varijabilnosti govora: različiti govornici različito izgovaraju iste reči, u mikrofoni ulaze i drugi, neželjeni zvukovi - raznovrsna ambijentalna buka, različiti su i mikrofoni, pa i karakteristike komunikacionog kanala kroz koji je govorni signal prenet do računara. Zbog svega toga govorne tehnologije predstavljaju teške multidisciplinarnе probleme u čijem rešavanju je potrebno objediniti i u računar implementirati znanja iz raznih oblasti: lingvistika, fonetika, akustika, digitalna obrada signala, matematika i programiranje.

3.4. PRIMENE GOVORNIH TEHNOLOGIJA

U svetu se mnogo ulagalo u istraživanja i razvoj u oblasti govornih tehnologija i krenulo se sa prvim primenama kada tehnologija još nije sazrela, što je u izvesnoj meri bilo i kontraproduktivno. Zato je neophodno i veoma važno da se u ovoj fazi razvoja govornih tehnologija za srpski jezik dobro osmisle i pronađu prave primene. Jedna od njih svakako je i pomoć osobama sa invaliditetom jer, iako još uvek nesavršene, govorne tehnologije na ovom nivou razvoja su od izuzetnog značaja za veliki broj osoba sa invaliditetom. Najveća debata u oblasti ljudskih prava koja se u poslednje vreme vodi u sedištu UN tiče se osoba sa invaliditetom. Opšte prihvaćene norme tiču se ravnopravnosti u obrazovanju, pristupu informacijama, pa i obaveze u pogledu zapošljavanja osoba sa invaliditetom. Govorne tehnologije omogućuju da osobe sa invaliditetom praktično ostvare ova i druga ljudska prava. Ove zakone svakako ćemo doneti na putu ka EU, a preko govornih tehnologija možemo da pružimo konkretan, praktičan i trajan doprinos ostvarivanju nekih od ljudskih prava osoba sa invaliditetom - od sada i na srpskom govornom području. Primena govornih tehnologija interesantna je i za sve druge osobe koje govorom mogu komunicirati ne samo sa računarima, nego i sa uređajima u domaćinstvu, industriji, automobilima, igračkama. Mogu razgovarati i preko telefona sa računarom koji je povezan na Internet odakle preuzima informacije i usmeno ih saopštava pozivaocu. Razvoj govornih tehnologija na srpskom jeziku važan je i za očuvanje jezika u govornoj formi jer ćemo u budućnosti sve češće imati potrebu da sa mašinama komuniciramo glasom, neposredno ili preko telefona, i jako je važno da to možemo da radimo na svom maternjem jeziku. Komunikacija sa velikim pozivnim centrima sve češće počinje razgovorom sa govornom mašinom, pojavljuju se govorni portali na Internetu, uređaji koji

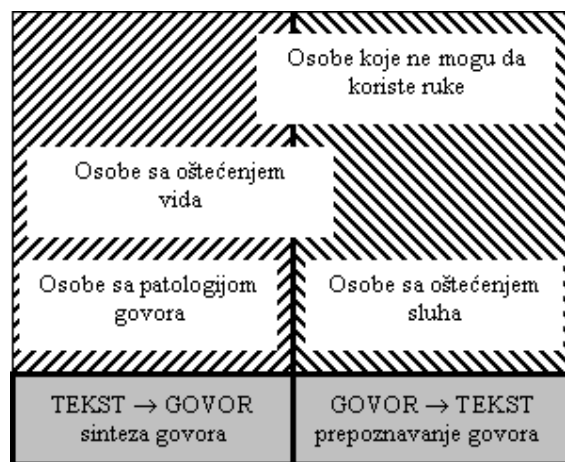
reaguju na govorne komande, pa sve do učenja srpskog jezika kao stranog i, čak, automatskog prevođenja govora sa srpskog na druge svetske jezike i obrnuto. Već sada postoji niz aplikacija koje nije bilo moguće realizovati bez govornih tehnologija na srpskom jeziku, kao što su čitanje e-mail i SMS poruka, automatizacija pozivnih centara i govornih portala itd.

3.4.1. PRIMENE GOVORNIH TEHNOLOGIJA ZA OSOBE SA INVALIDITETOM

Težak položaj osoba sa invaliditetom u društvu iscrpljenom ekonomskim problemima i političkim previranjima, povećava značaj dostignuća u razvoju govornih tehnologija za govorno područje južno-slovenskih jezika, a posebno njihovih primena za pomoć osobama sa invaliditetom. Da bi se govorne tehnologije počele više koristiti u krugovima osoba sa invaliditetom neophodno je dosta poraditi na njihovoj edukaciji, organizovati ih i pokrenuti lanac obuke. Kako bi softverske komponente za pretvaranje teksta u govor i automatsko prepoznavanje govornih komandi bile dostupne širem krugu osoba sa invaliditetom, treba omogućiti da govorne tehnologije funkcionišu i na starijim računarima skromnijih performansi.

3.4.2. INTERFEJSI ZA OSOBE SA INVALIDITETOM

Razlikuju se interfejsi govornih tehnologija za različite kategorije osoba sa invaliditetom i potrebno je izvesno vreme i dodatni napor da se računarsko generisanje govora, pretvaranje teksta u govor i automatsko prepoznavanje govora prilagode potrebama pojedinih kategorija osoba sa invaliditetom.



Slika 3.1 – Govorne tehnologije za osobe sa invaliditetom

Tako, na primer, osobe sa oštećenjem vida koriste računare pomoću posebnih softvera, tzv. čitača ekrana, koji im daju zvučnu informaciju o svakoj raspoloživoj opciji i preduzetoj aktivnosti u okviru operativnog sistema. Softver za pretvaranje teksta u govor na srpskom jeziku potrebno je povezati sa čitačima ekrana i odgovarajućim operativnim sistemima.

Isti softver za računarsko generisanje govora i pretvaranje teksta u govor interesantan je i za neme osobe i osobe sa patologijom govora jer računar može da kaže sve što oni napišu. Za njih bi bilo najpogodnije taj softver ugraditi u male mobilne uređaje sa tastaturom, displejom i zvučnicima. S druge strane, automatsko prepoznavanje govornih komandi korisno je pre svega osobama koje ne mogu da koriste svoje ruke, a njih ima u mnogim invalidskim organizacijama: osobe sa distrofijom mišića, paraplegijom ili kvadriplegijom, osobe sa multiplom sklerozom, invalidi rada, ratni vojni invalidi i civilne žrtve rata. Svi oni mogu govornim komandama da upravljaju radom računara, ali i da preko njega komuniciraju sa drugim uređajima u svom okruženju. Govor koji je prepoznao, računar može lako da ispiše na ekranu i tako ga učini dostupnim osobama sa oštećenjem sluha. Vizualizovan govor može pomoći deci sa oštećenjem sluha da lakše nauče da govore.

U ovom delu su samo ukratko predstavljeni razvoj i nove ideje računarskih platformi za osobe sa invaliditetom, dok će se naredno poglavlje baviti time dosta detaljnije. rešenja za osobe sa oštećenim vidom

U ovom poglavlju detaljno je prikazan istorijat govornih softvera i predstavljeno je nekoliko softverskih rešenja kroz koja se vidi konkretna primena govornih tehnologija za osobe sa oštećenim vidom. Dat je poseban osvrt na razvoj i primene čitača ekrana i sintetizatora govora, zatim i neke posebne aplikacije razvijene specijalno za slepe i slabovide osobe, a na kraju i konačan pregled pomagala za učenje na daljinu, tzv. *e-learning* metod.

3.5. RAČUNARSKE TEHNOLOGIJE ZA SLEPE KORISNIKE

Slepa osoba koja se koristi računarom informaciju može primiti na dva načina. Prvi je auditivan što znači da korisnik sluša sadržaj koji je videćem korisniku prezentiran na ekranu uz pomoć čitača ekrana i govorne jedinice za određeni jezik, npr. srpski, nemački, engleski itd. Drugi način je taj da osoba istu informaciju koju videći korisnik vidi na ekranu primi taktilnim putem koristeći se elektronskim uređajem koji se stručno zove brajev red - "Braille display".

3.6. BRAJEV RED

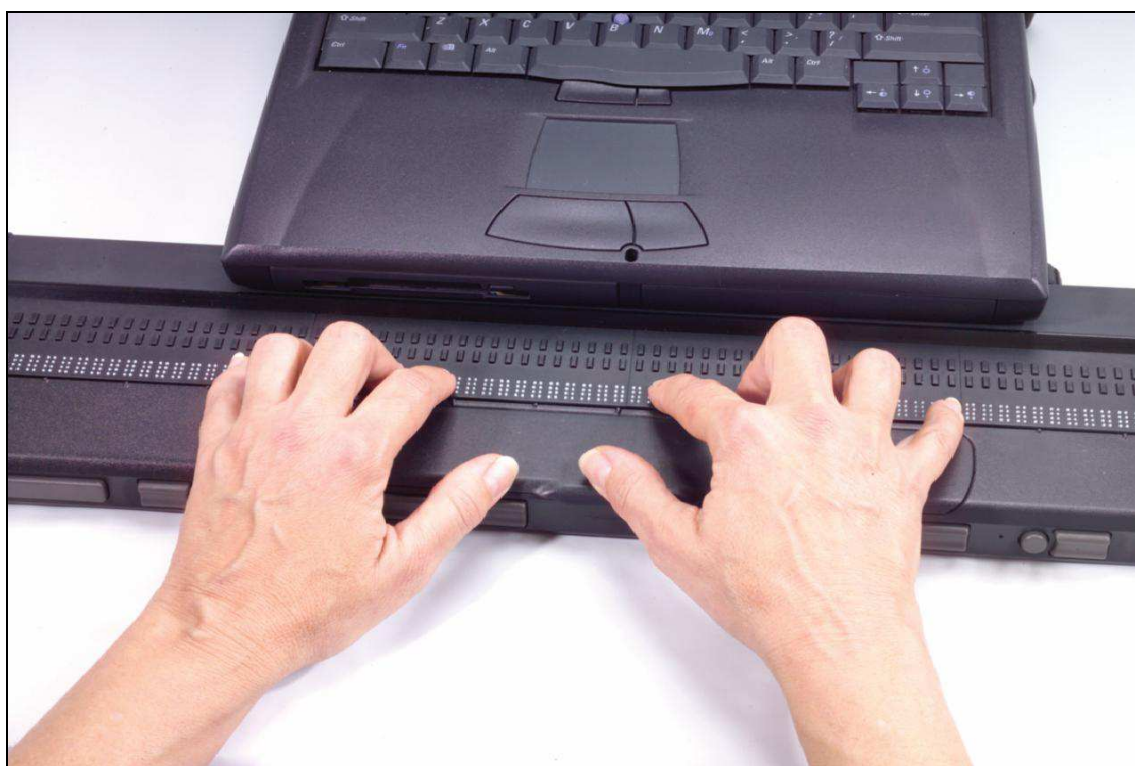
Kao što osobe koje vide čitaju slova na ekranu monitora, tako i slepi čitaju na brajevom redu. Razlika je, dakako, u vrsti pisma, ali ima i još nekih razlika. Naime, osoba koja nema problema sa vidom na ekranu monitora može imati odjednom prikazanu celu stranicu teksta, dok slepi na brajevom redu u jednom trenutku mogu imati samo jedan red. Naravno, ako ste korisnik brajevog reda, kad ste pročitali jedan red, vrlo lako prelazite na sledeći, i tako do kraja stranice ili knjige.

Brajev red je elektronska računarska naprava koja prikazuje Brajevo pismo. Budući da je Brajevo pismo taktilne prirode, tačkice koje se ispisuju na Brajevom redu izdižu se iz ravne površine. Mehanizam koji ispisuje tačkice brajevog pisma koristi se piezo efektom koji uz pomoć kristala povezanog na strujni napon formira tačkicu na samom redu. Svaki kristal se nalazi na tankoj traci koja pod određenim nagibom izdiže kristal koji ispisuje tačkicu brajevog pisma. Za svaku tačkicu potreban je jedan kristal što znači da je za štampanje jednog slova potrebno 8 kristala, budući da neko slovo može u sebi sadržavati do 8 tačkica. Većina današnjih brajevih redova osim standardnog načina štampanja tačkica poseduje trepćući kursor koji će korisniku biti prikazan na način da će neka tačkica treperiti tj. spuštati se i dizati na samom redu.

Takvo treperenje korisniku može da znači da se kursor nalazi na npr. velikom početnom slovu od neke reči ili da je kursor pozicioniran na linku neke web stranice. Osim trepćućih kursora funkcije koju danas svaki Brajevim red poseduje su tasteri za direktnu navigaciju (*cursor routing keys*) koje daju mogućnost korisniku da se uz pomoć istih direktno pozicionira na određeni deo teksta što uveliko olakšava i ubrzava svakodnevnu upotrebu računara sa Brajevim retkom.

Softver koji upravlja radom brajevog reda zove se čitač ekrana koji prikuplja informacije od operativnog sistema koje zatim konvertuje u Brajevo pismo i šalje u sam Brajev red. Čitači ekrana za grafički interfejs vrlo su kompleksni zbog načina prikazivanja određenih elemenata poput prozora ili klizača koje je potrebno prilagoditi tekstualnoj formi. Zbog toga se čitači koriste raznim pomoćnim Api sajtovima za prikupljanje ovakvih informacija.

Proizvodnja brajevih redova veoma je skupa i zbog toga svi slepi korisnici računara, na žalost, ne mogu sebi priuštiti ovaj uređaj. Brajev red se proizvodi u nekoliko varijanti zavisno od broja brajevih ćelija, tj slovnih mesta. Tako su najčešće veličine redova sa 40 odnosno 80 brajevih ćelija.



Slika 3.3 - Brajev red - displej Focus 80 [14]

Sam uređaj slepi računarski operater koristi na način da rukom čita sadržaj ispisane na Brajevom pismu, dok se uređaj nalazi ispod tastature računara. Neki od proizvođača dizajnirali su svoje proizvode tako da je moguće tastaturu računara postaviti na sam uređaj što poboljšava ergonomski pristup uređaju, a time takođe dolazi i do uštede prostora. Budući da uređaj na Brajevom pismu tačno ispisuje sadržaj koji je vizuelno prezentovan na ekranu računara, vrlo je koristan osobama koje se bave složenijim poslovima poput programiranja, matematike, lektorisanje itd. Naime, ako korisnik želi pročitati određenu matematičku formulu, to će mu biti mnogo komplikovanije ako će se koristiti čitačem ekrana sa govornom jedinicom, budući da govorna jedinica čita na način izgovora punih reči / rečenica što u matematičkom slučaju može

biti vrlo zbunjujuće. Npr. jednostavna formula F X koju poznajemo kao (ef od iks) biće pročitana od govorne jedinice kao fks.

Kao što je već pomenuto, paralelno sa razvojem brajevog reda, razvijao se i jedan sistem za slepe korisnike računara, koji se bazirao na sasvim drugoj logici. Umesto da sami čitaju tekst na redu, računar ga čita umesto korisnika, pa govorom saopštava šta je pročitano. Računari u osamdesetim godinama nisu bili sposobni sami proizvoditi govor, pa im je dodata jedna spoljna jedinica koja je to mogla. Ona se naziva govorna jedinica.

3.7. GOVORNA JEDINICA

Govorna jedinica ili sintetizator govora predstavlja operaciju pretvaranja pisanog ulaza u govorni izlaz. Ulaz do same jedinice može biti prikazan u obliku grafemske, ortografske ili fonemske skripte zavisno od izvora. Možemo reći da je govorna jedinica ili sintetizator govora veštačko generisanje ljudskog glasa i izgovora.

Govorne jedinice mogu biti softverske ili hardverske. Govorne jedinice kraće se nazivaju TTS (eng. *Text to speech*) budući da takve aplikacije vrše funkciju pretvaranja teksta u govor. Sistem sintetizovanja govora moguće je izvesti na nekoliko načina upotrebom nekoliko različitih algoritama. Najjednostavniji način je snimanje određenih termina ili fraza koje će neka osoba izgovoriti. S jedne strane kvalitet sintetizatora zavisiće od kvaliteta snimanja dok će sa druge strane takav sintetizator biti ograničen izgovorom samo onih fraza koje su u njemu pohranjene.

Drugi način sintetizovanja govora je snimanje fonema koji predstavljaju najmanju jezičku jedinicu. U zapadno-evropskim jezicima postoji između 30 i 50 fonema. Problem nastaje u načinu kombinovanja fonema budući da tečan govor zahteva tečan prelaz između elemenata (fonemskih jedinica). Razumljivost kod ovakvih sintetizatora je manja, ali sa druge strane ovakve govorne jedinice koriste malo memorije i jako dobro sarađuju sa čitačima ekrana po pitanju odziva.

Rešenje za bolju razumljivost od snimanja fonema je korišćenje difona. Umesto deljenja u prelazima, pauza se radi na sredini fonema, što ostavlja prelaze netaknute. Takva difonska baza pruža nam mogućnost od najmanje 400 difona za korišćenje što automatski poboljšava razumljivost same govorne jedinice. Ostali algoritmi koji se često koriste su poluslogovi, slogovi, reči ili njihova kombinacija.

Osim podele na hardverske i softverske, govorne jedinice po svojoj funkcionalnosti možemo podeliti na lančane sintetizatore (*Concatenative synthesis*) i na formantne sintetizatore (*Formant synthesis*).

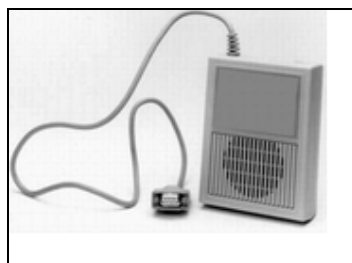
Lančani sintetizator baziran je na spajanju tj. nizanju segmenata snimljenog govora. Stoga možemo reći da lančani sintetizatori najsličnije oponaša prirodan ljudski izgovor. No uprkos velikoj razumljivosti lančani sintetizatori nisu savršeni budući da prirodne varijacije u govoru i tehnike segmentacije talasnih oblika znaju prouzrokovati prekide na izlazu zbog čega dolazi do nešto manje prirodnosti u govoru. Lančane sintetizatore možemo još podeliti u 3 podgrupe: jedinične selektivne sintetizatore, difonske sintetizatore i sintetizatore iz specijalno namenskog područja.

Današnji lančani sintetizatori imaju vrlo veliku razumljivost, međutim za postizanje dobre razumljivosti potrebno je posedovati veliku snimljenu bazu difona koja može dostići i 1 GB. Takav sintetizator dobar je za čitanje sadržaja poput prirodnog čitanja knjiga, no nikako se ne preporučuje za dinamičko korišćenje računara koje iziskuje puno rada sa memorijom i trenutani odziv.

Formantni sintetizatori ne koriste uzorke ljudskog glasa već svoj veštački govor generišu pomoću akustičnog modela. Tako možemo reći kako veštački govor kreiraju sledeći parametri: radna frekvencija, zvučnost i nivo šuma. Ti parametri zajednički vremenski proizvode veštački zvučni talas koji generiše veštački govor. Formantni sintetizatori nisu toliko razumljivi te njihov izgovor može zvučati robotski, no uprkos tome, nalaze se u vrlo širokoj upotrebi budući da po veličini zauzimaju od nekoliko stotina kilobajta do nekoliko megabajta memorije što im omogućava vrlo efektivnu iskoristivost sa čitačima ekrana. Takođe, zbog male iskoristivosti resursa formantni sintetizatori koriste se u rešenjima poput mobilnih telefona ili PDA računara budući da ovi uređaji poseduju znatno manje resursa od standardnih računara.

Dakle, računar govornoj jedinici šalje običan tekst koji se nalazi na ekranu, a govorna jedinica taj tekst izgovara. Čini se jednostavnim ali osnovni problem je u tome da, računar da bi znao koji tekst da šalje govornoj jedinici mora imati i program koji je za to zadužen. Takav program se naziva čitač ekrana (eng. *screen reader*).

Čitač ekrana prati podatke poslate sa računara na ekran. On donosi odluke o tome koji deo ekrana se čita i kojim redosledom, a zatim prenosi ove informacije ili sintetizatorom govora ili Brajevim redom. Svi čitači ekrana imaju podršku govornog sintetizatora i glavnu podršku Brajevog reda.



Slika 3.4 – Prva govorna jedinica [14]

3.8. GOVORNA JEDINICA – *E-SPEAK*

eSpeak je multijezička formantna govorna jedinica razvijena pod GPL2 licencom otvorenog koda. S obzirom na činjenicu da se radi o formantnoj govornoj jedinici koja sav govor sintetizuje i ne koristi nikakve fragmente ljudskog izgovora, sama sinteza zauzima vrlo malo resursa na računaru te nakon instalacije zauzima nešto više od 1 MB prostora. Budući da se radi o proizvodu otvorenog koda, važno je istaći da je od 2006. do danas govorna jedinica doživela implementaciju u mnogobrojne Linux distribucije te prevodi i radi na oko 30 različitih jezika između kojih možemo izdvojiti npr srpski, bosanski, engleski, nemački, italijanski, grčki, holandski, afrički, turski, hrvatski, makedonski itd.

U samo 3 godine postojanja ova govorna jedinica koja je prvobitno napravljena kao kućni projekat napravila je apsolutni proboj na celokupno tržište svih korisnika svih mogućih čitača ekrana, budući da se danas može pronaći kao glavni sintetizator većine Linux distribucija poput *Ubuntu-a*, *Fedora* ili *GMRL* distribucije bazirane na *Debian Linux-u*. NVDA, jedini nekomercijalan *Windows* čitač ekrana *eSpeak* koristi kao glavni sintetizator sa kojim dolazi u paketu, a korisnici *Macintosh* računara na službenoj stranici projekta takođe mogu pronaći verziju i za Mac OS.

3.9. SCREEN READER

Tekst koje računar prikazuje videćoj osobi na ekranu monitora, treba na smislen način doći do govorne jedinice. To znači da čitač ekrana (eng. *screen reader*) u stvari razlaže tekst sa ekrana na slova i reči. Zatim šalje reč po reč govornoj jedinici, kako bi to ona mogla izgovoriti. Dakle, sistem koji uključuje računar, čitač ekrana i govornu jedinicu potpun je sistem prilagođen slepoj osobi.

Slepi na računarima mogu raditi pomoću dva sistema: govornog i brajevog. Da li će koristiti govorni ili brajev sistem zavisi od njihovog izbora, kao i od budžeta. No, priča ne staje ovde, jer su osamdesete već daleko iza. Govorne jedinice i brajevi reci su još uvek prisutni, i od osamdesetih su u mnogočemu napredovali, no i računari su se razvili. Naime, danas svaki PC ima dovoljno razvijen zvučni sistem da može proizvesti govor. Uz pomoć programa koji pretvara tekst u govor, svaki će PC propričati. Potrebno je samo da ima odgovarajuću zvučnu karticu i adekvatan program.

Dakle, u ovom slučaju će se program pobrinuti da proizvodi govor, i u celosti će zameniti govornu jedinicu. Danas govorni programi obično dolaze u paketu sa čitačem ekrana, tako da je kupovinom jednog takvog programa rešen problem govorne jedinice i čitača ekrana.

Prvi čitači ekrana za operativni sistem MS DOS pojavili su se na tržištu tokom 80-ih godina, a njihov interfejs temeljio se na komandnoj liniji (CLI, *Command line interface*). Prikaz podataka na ekranu sastojao se od preslikavanja znakova u rezervoar ekrana na memoriji, a samim tim na poziciji kursora. Ulazni signal isključivo se davao preko ulaza sa tastature. Takav način prikaza podataka omogućavao je da se podaci i informacije od samog sistema za čitač ekrana dobijaju putem iščitavanja rezervoara ekrana koji su uz pomoć spoljnih govornih jedinica bili upućeni prema krajnjem korisniku. Ovakav način prikupljanja informacija od operativnog sistema bio je relativno jednostavan za izradu. Tako su tokom 80-ih prvi čitači ekrana za MS DOS proizvedeni na Bermingenskom fakultetu u sklopu Odseka za studente sa oštećenjima vida. Ti čitači ekrana radili su sa govornim jedinicama *BBC Micro* i *Nec Portable* koje su isključivo govorile engleskim jezikom.

Razvoj čitača ekrana za MS DOS nastavlja se tokom 80-ih godina, pa tako dve manje kompanije iz SAD-a (*Henter Joyice* i *GWmicro*) lansiraju svoje čitače ekrana za englesko govorno područje. *Henter Joyice* izbacio je *Jaws for DOS*, a *Gwmicro* *Vocal-eyes*. Oba čitača ekrana isključivo su na početku radili sa govornim jedinicama za englesko govorno područje, dok podrška za dodatne jezike dolazi tek tokom 90-ih godina, budući da se tek krajem 80-ih na tržištu pojavljuju govorne jedinice koje su mogle da govore i na ostalim jezicima poput nemačkog, italijanskog, francuskog ili srpskog.

Što se tiče same funkcionalnosti, mora se reći da su i *Jaws for DOS* i *Vocal-eyes* podržavali gotovo sve tada dostupne govorne jedinice te da im je podrška za rad u većini aplikacija bila vrlo slična. Ukoliko neka od aplikacija nije sa fabričkim podešavanjima dobro sarađivala, korisnici su, zavisno od čitača ekrana sa kojim su radili, mogli dodatno iskonfigurirati čitač ekrana da im podržava rad u određenoj aplikaciji. *Jaws for DOS* dodatnu konfigurabilnost omogućavao je uz pomoć sopstvenog makro jezika u kojem su korisnici za određenu aplikaciju mogli napraviti dodatan makro program, dok su korisnici čitača ekrana *Vocal-eyes* dodatnu konfigurabilnost ostvarivali koristeći se sistemom izrade tzv. set datoteka. Svaki set datoteka komunicirao je sa određenom aplikacijom, a krajnji korisnik, za izradu set datoteka, koristio se gotovim korisničkim interfejsom u kojem je podešavao određene postavke kako bi *Vocal-eyes* bolje radio u određenoj aplikaciji. Takve postavke bile su npr. određivanje pozicije i tipa kursora, brzina i način izgovora interpunkcije, vrsta boje koju aplikacija koristi te koju čitač ekrana mora pratiti kako bi ostvario najbolju podršku. Izrada set datoteka od krajnjeg korisnika nije iziskivala

poznavanje programskih jezika, zato je *Vocal-eyes* zabeležio veću popularnost kod korisnika računara koji nisu isključivo bili programeri ili drugi informatički stručnjaci.

1986. na svetskom tržištu pojavljuje se Britanska kompanija *Dolphin Computer Access* koja je lansirala na tržište čitač ekrana za MS DOS pod nazivom *Hal*, a paralelno s njim pojavile su se prve hardverske multijezičke govorne jedinice pod nazivom *Apollo*. S obzirom da je kompanija *Dolphin* bila prva koja je na tržište izbacila ovakve proizvode, njihova popularnost u Evropi brzo se proširila.

Hal je kao čitač ekrana za MS DOS na početku isključivo podržavao rad sa *Dolphin*ovim govornim jedinicama, no u kasnijim verzijama sve do poslednje verzije 5 podržavao je i rad sa nekim drugim govornim jedinicama poput govorne jedinice *Double talk* rađene za englesko i špansko govorno područje.

Iako je *Hal* 1996. bio lokalizovan na preko 20 jezika, među kojima je bio uključen i srpski, potrebno je istaknuti kako je po funkcionalnosti ovaj čitač ekrana zaostajao nad ostalim konkurentskim proizvodima, i to prvenstveno zbog nemogućnosti izrade dodatnih konfiguracionih datoteka za podršku u aplikacijama koje nisu bile fabrički podržane, a takvih aplikacija svakodnevno je bilo sve više. Kompanija *Dolphin* izbacila je tek u verziji 5 mogućnost izrade dodatnih Atlas konfiguracionih datoteka, no tada je MS DOS era bila na samom kraju, što je *Hal*-u definitivno zapečatio treće mesto u popularnosti komercijalnih MS DOS čitača ekrana.

3.9.1. MS WINDOWS I ČITAČI EKRANA

Pojavom novog grafički orijentisanog operativnog sistema lansiranog na tržište od strane *Microsoft*-a, globalno započinje sveopšta populacija korišćenja PC-a među sve više korisnika. Na žalost, slepi do sredine 90-ih godina nisu bili u mogućnosti da koriste prednosti ovakvog operativnog sistema, budući da je razvoj čitača ekrana za *MS Windows* sa tehničke strane bio znatno komplikovaniji. Naime, čitači ekrana za MS DOS informacije do krajnjeg korisnika dostavljali bi iščitavajući sadržaj rezervoara ekrana iz memorije takođe očitavajući poziciju sistemskog kursora. Izlazne informacije su se na ekranu ispisivale u redovima jedna ispod druge, dok su se ulazne informacije unosile isključivo putem tastature. Tako pročitane i prevedene informacije slale bi se u spoljne govorne jedinice koje bi zatim izgovarale sadržaj pročitani sa ekrana.

Pojavom grafički orijentisanih operativnih sistema, celokupna situacija postaje znatno komplikovanija za razvoj novih čitača ekrana, budući da informacije na ekranu više nisu bile tekstualnog tipa, linearno prezentovane u redovima jedan ispod drugog, već su na ekranu prezentovane u formi različitih dijaloga, menija, klizača te ostalih grafičkih kontrola koje služe za prezentaciju informacija. Zbog toga su proizvođači čitača ekrana za *MS Windows* i ostale, grafički orijentisane, operativne sisteme morali pronaći način kako izabrati mogućnost za prikazivanje grafičkih kontrola. Stoga je napravljen tzv. "*Off screen model*" tj. sistem očitavanja poruka iz niskih i veoma dubokih delova operativnog sistema koji bi čitaču ekrana rekao kako prikazati pojedinu informaciju, a opet je pohranio u formi teksta. Na primer, operativni sistem vizuelno može poslati komandu za grafičko prikazivanje ikone dugmeta na ekranu računara, a čitač ekrana uz pomoć "*off screen*" modela nacrtanu ikonu napisao bi na Brajevom redu ili bi je izgovorio uz pomoć govorne jedinice kao "dugme". Tako je omogućeno kretanje uz pomoć "*Off screen*" modela putem tastature unutar grafički orijentisanog okruženja.

Iako se *off screen* model pokazao kao dobar početni način za alternativan prikaz i pristup informacijama unutar *Gui* operativnih sistema, s vremenom je rasla potreba za detaljnijim načinom prikazivanja informacija. Tako su izumljeni različiti standardi za prikaz informacija

"API" koji bi programerima pomogli da lakše rade pristupačne aplikacije za čitače ekrana u različitim operativnim sistemima. Unutar *MS Windows*-a koristi se nekoliko različitih API-a, a to su: *IAccessible2*, *Microsoft Active Accessibility* poznat kao *MSAA*, *Microsoft UI Automation* zastupljen u novijim verzijama *MS Windows* operativnih sistema kao *Windows vista* i *Windows 7* i *Java Access Bridge*. Kompanija *Apple* za svoju razvojnu platformu kao API za izradu pristupačnih aplikacija koristi *Apple Accessibility API*, dok se za većinu grafički orijentisanih *Linux* distribucija danas koristi API pod nazivom *ASPI (Assistive Technology Service Provider Interface)*.

Uz pomoć navedenih API-a danas programerima nije teško napraviti aplikaciju koja je pristupačna za korisnike čitača ekrana, no ukoliko aplikacija nije napravljena prema zahtevima standarda koje određeni API propisuje, kao što je slučaj kod npr *Microsoft Word*, koji nije napravljen u skladu sa standardima *MSAA* API-a, tada se proizvođači čitača ekrana moraju snalaziti koristeći *Off screen* model. Takođe, jedan je od načina pristupu određenoj informaciji ukoliko bilo koji od API-a ne pomaže, korišćenje informacija direktno iz operativnog sistema ili korišćenje određenih modela objekata prikladnih za prikaz određenih informacija.

Čitači za *MS Windows* danas postoje u komercijalnim i nekomercijalnim tj. *open source* verzijama, od čega svaki radi nešto drugačije tj. svaki poseduje svoje bolje i lošije strane. Od komercijalnih *MS Windows* čitača tu su *Jaws for Windows*, proizvođača *Freedom Scientific*.

3.9.2. JAWS FOR WINDOWS

Jaws for Windows je prvi čitač ekrana koji se uopšte pojavio na tržištu u januaru 1995. S obzirom na veoma dug istorijski status, danas je definitivno najkomercijalniji i najviše zastupljen čitač ekrana među slepima, širom celog sveta. Originalno je *Jaws for Windows* nastao u kompaniji *Henter Joyce* čiji je osnivač bio Ted Henter, i sam slep čovek. Vid je izgubio u saobraćajnoj nesreći 1978. Upoznavši Bill Joyce-a uz pomoć finansijskih sredstava od 180.000 \$, 1985. nastaje firma *Henter Joyce*. Godine 1989. na tržištu se pojavljuje njihov prvi projekat *Jaws for DOS* koji je vrlo brzo stekao veliku popularnost među slepima zbog velike podrške za većinu tada dostupnih spoljnih govornih jedinica, kao i zbog mogućnosti izrade posebnih Macro komandi koje bi koristile u slučajevima kada neka aplikacija koju bi korisnik trebalo koristiti nije bila standardno podržana.

Jaws for DOS tako dobija svog naslednika u prvoj službenoj verziji *Windows* čitača ekrana 1995. koja je podržavala operativne sisteme *Windows 3/1* te *Windows 3:11 workgroup*, dok poslednja verzija nosi oznaku 10.0.1139 objavljena 12. marta 2009.

Danas ovaj čitač ekrana podržava veliki broj komercijalnih *Windows* aplikacija kao što su *MS Office*, *Adobe Reader*, *Internet Explorer*, *MS Outlook* i *Outlook Express*, a za dodatnu konfigurabilnost krajnjim korisnicima nudi mogućnost korišćenja vlastitog skriptnog jezika uz pomoć kojom je moguće prilagoditi neku *windows* aplikaciju koja prema standardnim podešavanjima čitača ekrana ne radi onako kako bi krajnji korisnik od nje očekivao. S obzirom na veliku popularnost ovog čitača ekrana, na Internetu danas postoji nekoliko grupa koje slepim korisnicima nude mogućnost učenja *Jaws* skriptnog jezika, preuzimanja besplatnih ili kupovanja vrlo dobro izrađenih skripta za specijalne aplikacije kao što su npr. skripta za muzički program *Sibelius* pod nazivom *Sibelius speaking*.

Do krajnjeg korisnika *Jaws* informacije prezentuje uz pomoć podrške za Brajeve redove različitih proizvođača te podrške za različite govorne jedinice za veliki deo jezika. Osim korišćenja podrške za *MSAA* API kako bi pravilno prikazao sadržaj na ekranu, *Jaws* za pristup informacijama koristi poseban grafički dodatak koji se instalira na računar korisnika. Uz

pomoć dodatnog grafičkog drajvera *Jaws* do krajnjeg korisnika informacija prezentuje u "flat screen" modu tj. modu prikaza informacija onako kako su zaista postavljene na ekranu računara, što nije slučaj kod drugih čitača ekrana koji ne koriste posebne grafičke drajvere već informacije dobijaju isključivo od različitih API-a.

Jaws je danas moguće nabaviti u dve verzije, standardnoj i Pro verziji. Standardna verzija poseduje ograničenja na licenciranje na određenim verzijama *MS Windows* operativnih sistema korišćenih najviše unutar poslovnog okruženja kao što su *Windows KSP Pro* ili *Vista Business*, dok je decembarsku verziju moguće instalirati na sve verzije *MS Windowsa*. Osim standardne instalacije, za preduzeća i škole moguće je instalirati i mrežne verzije ovog čitača ekrana ili je takođe moguće nabaviti dodatak koji krajnjem korisniku omogućuje rad unutar remote okruženja, odnosno spajanje na drugi mrežno povezani računar koji takođe ima instaliran *Jaws for Windows*.

3.9.3. WINDOW – EYES

Window-eyes je drugi najpopularniji komercijalan čitač ekrana proizveden u kompaniji *Gumicro*. Kao i kod konkurentskog proizvoda *Jaws for Windows*, *Window-eyes* je naslednik programa pod nazivom *Vocal-eyes*, takođe vrlo popularnog čitača ekrana za *MS DOS*, a prva verzija ovog čitača ekrana za *Windows* okruženje pojavljuje se u oktobru 1995. Poslednja verzija ovog čitača ekrana je 7/1, objavljena u aprilu 2009.

Window-eyes takođe podržava slične aplikacije kao i konkurentski proizvod, a podrška uključuje *MS Office*, *Adobe Reader*, *Internet Explorer*, *MS Outlook* i *Outlook Express*, *Mozilla Firefox* i *Thunderbird*, ali i rad unutar različitih mrežnih okruženja za remote pristup poput *Citrix* servera ili podršku za remote desktop. Ukoliko krajnji korisnik poseduje neku od hardverski govornih jedinica, tada uz pomoć ovog čitača ekrana može raditi i u *safe* modu kako bi dodatno mogao otkloniti probleme koji su se dogodili sa njegovim računarom. Od verzije 7.0, *Window-eyes* u potpunosti podržava *unicode* kodnu tabelu što znači da sada radi bez problema sa bilo kojim od jezika, a najveća novost u poslednjoj verziji je mogućnost za izvršavanje skripti nepristupačnih aplikacija. Za razliku od *Jaws* koji za izvršavanje skripti koristi isključivo svoj skriptni jezik, *Window-eyes* za izvršavanje skripti podržava korišćenje bilo kog programskog jezika dokle god sintaksa kodova obuhvata *DCOM* standard što u suštini znači da više ljudi može odjednom da rade na izradi skripta za neku od nepristupačnih aplikacija te da određena aplikacija može biti pre pristupačna za slepe korisnike ovog čitača ekrana nego što je to slučaj kod konkurentskog proizvoda.

3.9.4. HAL FOR WINDOWS

Hal je čitač ekrana koji je zauzeo treće mesto među popularnosti kod slepih. Proizveden je u Velikoj Britaniji, a proizvodi ga firma *Dolphin Computer Access*. Iako spada u komercijalnu grupu čitača ekrana, za *Hal* bi se moglo reći kako je do sada predstavljao čitač ekrana sa najviše ograničenja i najmanjom mogućnosti za dodatno prilagođavanje od strane korisnika. I dok su *Jaws* i *Window-eyes* znatno ranije uveli mogućnost izrade skripta ili posebnih konfiguracionih modela, *Hal* je od 1996. pa gotovo do 2000. spašavala situacija što je od početka dolazio preveden na mnogo jezika te je istovremeno dolazio sa multijezičnom govornom jedinicom *Dolphin Orpheus* koja je zapravo predstavljala softversku verziju govornih jedinica *Apollo / Juno* koje su bile vrlo popularne tokom 90-ih.

Hal koji je trenutno izašao je u verziji 9 sa podrškom za *Internet Explorer*, *MS Outlook*, *Outlook Express* i ograničenom podrškom za *MS Office* tj. *MS Word*, *Excel* i *Access*.

3.9.5. NVDA

None Visual Desktop Access - NVDA predstavlja čitač ekrana koji spada u grupu programa otvorenog koda. Iako je po stažu najmanje prisutan među slepima - ni pune 3 godine, za ovaj čitač ekrana možemo reći kako je definitivno opravdao izjavu koja se u jako puno slučajeva pokazala vrlo korisnom, a to je da slepi najbolje znaju šta je potrebno za slepe. NVDA je razvijen od strane neprofitne organizacije *NV Access* iz Australije, čiji predsednik Michael Curran, i sam slep, vodi glavnu reč oko razvoja ovog čitača ekrana, budući da je on i glavni programer na projektu.

NVDA je razvijen u *Python* programskom jeziku koristeći sve prednosti različitih API-a za pristup informacijama kombinujući *Microsoft Active Accessibility API MSAA Iaccessible2* i *Java Access Bridge*, dok se u posebnim okolnostima dodatno koriste direktne poruke iz operativnog sistema, te različiti objektni modeli za prikaz informacija. Zbog ovakvog načina razvoja, ovom čitaču ekrana automatski su dodate neke prednosti, ali i mane. Npr NVDA nije u mogućnosti da prikazuje podatke sa ekrana u "*flat screen*" modu budući da ne koristi nikakve grafičke drajvere već iste prikazuje koristeći hijerarhijsku strukturu pregleda podataka koja se može očitati direktno iz operativnog sistema. S druge strane, ovaj čitač ekrana ne zahteva instalaciju da bi se pokrenuo na računaru što mu omogućava pokretanje sa bilo koje lokacije uključujući danas vrlo popularne USB memorijske module. To znači da se slepi korisnik danas može naći u bilo kojoj biblioteci ili internet caffe-u koji je opremljen standardnim *windows* računarom, zvučnicima ili slušalicama te ukoliko na svom USB memorijskom modulu poseduje ovaj čitač ekrana, vrlo jednostavno može ravnopravno učestvovati u korišćenju računara kao i bilo koji drugi korisnik koji nema nikakvih problema.



Slika 3.5 - Prikaz nekoliko opcija iz padajućeg menija NVDA programa [14]

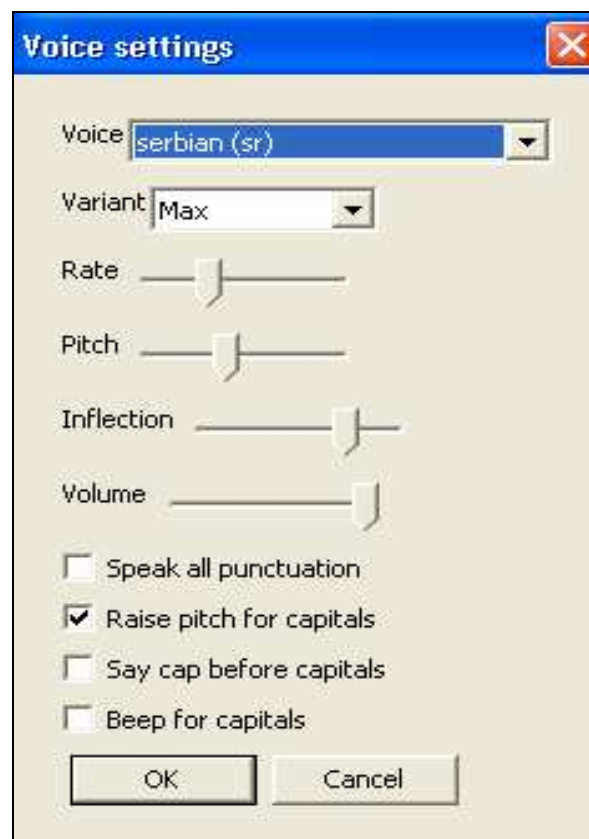
NVDA dolazi sa implementiranim multijezičnim govornom jedinicom *eSpeak*, takođe programom otvorenog koda, a trenutno je preveden na preko 20 jezika od kojih možemo izdvojiti primer srpski, engleski, nemački, francuski, japanski, mađarski, portugalski, španski, ruski, ukrajinski, vijetnamski, itd.

Osim govorne jedinice *eSpeak*, NVDA podržava rad sa govornim jedinicama koje rade pod SAPI 4 i SAPI 5 protokolom.

S obzirom na činjenicu da je ovo čitač otvorenog koda, podrška za aplikacije otvorenog koda znatno je bolja od podrške za standardne komercijalne aplikacije, što je i razumljivo. Tako sa ovim čitačem ekrana može odlično da se radi u internet pregledaču *Mozilla Firefox*, koristi *Mozilla Thunderbird* kao program za rad sa elektronskom poštom ili se može koristiti *Open Office* za rad sa dokumentima ili tabelarni budžetima. No, s druge strane, sa ovim čitačem ekrana korisnici i dalje mogu koristiti standardne i vrlo učestale aplikacije poput *MS Word*, *Excela*, *Outlook Expressa* ili *Internet Explorera*.



Slika 3.6 - Prikaz podešavanja za Brajevu tastaturu [14]



Slika 3.7 - Prikaz podešavanja jezika u opcijama NVDA programa [14]

Neke od aplikacija komercijalnog tipa neće raditi toliko dobro kao sa ostalim čitačima ekrana što znači da npr. u *MS Wordu* broj stranica tokom čitanja dokumenta neće biti izgovorene, no to se dešava isključivo zbog toga što npr. *MS Word* nije napravljen u skladu sa MSAA API-jem. Odnedavno NVDA takođe podržava rad sa Brajevim redovima koristeći *Brltty*

sistem za implementaciju brajčne podrške, stoga korisnici koji poseduju redove firmi *Handytech* i *Freedom Scientific* mogu koristiti NVDA bez problema, a vlasnici ostalih redova mogu pronaći uputstva o konfiguraciji istih unutar *Brltty* datoteke te u datoteci sa dokumentacijom o ovom čitaču ekrana.

Svi pomenuti čitači ekrana za *MS Windows* odnedavno poseduju i portabilne varijante, mada do sada je jedini NVDA postigao maksimalnu efikasnost što se tiče portabilnost i komfornog korišćenja među korisnicima budući da ostali čitači ekrana zahtevaju instalaciju grafičkih drajvera kako bi postigli maksimalan operativni učinak.

4. GOVORNE TEHNOLOGIJE KAO POMAGALA ZA STUDENTE SA OŠTEĆENIM VIDOM

Slepih i slabovidih osobama školovanje je oduvek predstavljalo veliki problem. Jedan od problema su već pomenute glomazne knjige na brajevom pismu, koje se ne štampaju u dovoljnom broju. Drugi veliki problem ovih osoba je nedovoljna samostalnost prilikom kretanja, pa im je za odlazak na fakultet potrebna pomoć drugih. Čak i ako se osoba dobro snalazi na poznatom terenu, zgrade fakulteta su u većini slučajeva jako velike, pa osoba ma koliko da je samostalna nije u mogućnosti da uvek pronađe određeni anfiteatar ili kabinet profesora.

Pojavljivanjem računara sa govornim softverom u velikoj meri je promenjen način učenja slepih osoba. Govorni program za čitanje ekrana uveo je savremenu tehnologiju i u proces obrazovanja ljudi oštećenog vida, čime je za kratko vreme višestruko povećan broj onih koji se odlučuju da pohađaju nastavu na višim školama i fakultetima. Mogućnost da se povežu na Internet pružila im je priliku da iskoriste sve prednosti savremenog trenda učenja na daljinu.

Međutim, učenje na daljinu nije nova ideja, kako bi se u prvi mah moglo pomisliti. O prvim oblicima ovakvog učenja postoje zapisi čak iz 360. godine pre nove ere, a kao početak njegove novije istorije mogla bi se računati 1840, kada je Isak Pitman davao časove stenografije tako što je lekcije slao posredstvom britanske pošte. Prvo udruženje za razvoj „učenja od kuće“ osnovano je već 1873. godine. Upliv novih medija u učenje na daljinu osetio se još 1922, kada je američki državni koledž Pensilvanije emitovao lekcije preko radija, što je tri godine kasnije prihvatio i Univerzitet u Ajovi. U Ajovi je potom 1933. napravljen i sledeći korak u razvoju učenja na daljinu na taj način što je za emitovanje kurseva upotrebljena televizija. Ali i pored upotrebe modernih medija tog vremena, uobičajen način učenja na daljinu i dalje je ostala pismena korespondencija. Tako je bilo sve do ubrzanog razvoja medija savremenog doba – Interneta.

Učenje na daljinu u današnjem smislu reči može se definisati kao oblik edukacije u kojem se nastavni sadržaji prezentuju putem Interneta. Drugo ime za učenje na daljinu je *Distance Learning* ili *E-learning* i zasniva se na korišćenju savremene računarske i komunikacione tehnologije, uz poseban akcenat na interaktivnost i prilagođavanje učenja potrebama pojedinca. Podrazumeva korišćenje multimedijalnih materijala, konsultacije sa profesorima, protok elektronske pošte među učesnicima, postojanje foruma, online testiranje...

Učenje na daljinu u odnosu na tradicionalni pristup obrazovanju pokazuje sledeće prednosti:

- na raspolaganju su fakulteti i više škole iz različitih gradova i izbor predmetnih profesora koji na njima predaju;
- uči se nezavisno, vlastitim tempom;
- uči se na mestu i u vremenu koje se proizvoljno odabere;
- dostupne su teme koje ne nude kursevi koje studenti trenutno pohađaju, već su deo njihovog šireg interesovanja iz te oblasti;
- učestvuje se u najkvalitetnijim i najprestižnijim programima koje drže poznati svetski stručnjaci;
- mogu se odabrati različiti vidovi interakcije: klasični –uz vođenje vlastitih beleški; interaktivne simulacije –diskusija sa ostalim studentima (e-mail, telekonferencije); više multimedije –grafike, zvuka, animacije;
- praktičan rad s različitim tehnologijama –stižu se informacije ne samo o onome što se uči već i dodatna znanja i veštine o korišćenju različitih tehnologija (omogućava se polazniku da stekne i zadrži nivo „tehnološke pismenosti 21. veka“);
- i nastavnici uče od studenata koji samostalno istražuju i prikupljaju izvore informacija.

Učenje na daljinu (*Distance Learning*) u velikoj meri štedi troškove studiranja i stanarine studentima koji su iz drugih sredina. Oni potpuno slobodno mogu da izaberu fakultet ili višu školu, nastavni program i profesora, bez potrebe da bilo gde putuju i ispunjavaju uobičajenu pravnu proceduru. Nesmetano mogu obavljati sve druge aktivnosti. Problem praćenja tradicionalno organizovane nastave kod osoba oštećenog vida u potpunosti je prevaziđen.

Uz pomoć govornog softvera, slepa osoba danas sasvim jednostavno može pristupiti Internetu, biti kod kuće i učestvovati na online predavanjima ili konsultacijama sa profesorom. Moguće je i online polaganje ispita posredstvom različitih glasovnih i video komunikacionih programa.

Čitač ekrana *Jaws* od verzije 10 ima takozvani Tandem. Potrebno je da oba računara imaju *Jaws* 10 (ili kasniju verziju), pa je moguće sa jednog računara koristiti čitač ekrana na drugom računaru. Ova tehnologija omogućava da, na primer, osoba koja se nalazi u Srbiji može držati računarsku obuku osobi koja se nalazi u Crnoj Gori. Potrebno je da učesnici poseduju program za glasovnu komunikaciju, npr. *Skype* kako bi slušalac imao komunikaciju sa predavačem. Ovakva komunikacija je moguća i na fakultetima u koliko se dodaju web kamere. Time bi se postigla regularnost u polaganju ispita. U koliko se na oba računara ne koristi čitač ekrana moguće je da osoba koja ga ne koristi instalira neki od programa za pristup drugom računaru i na taj način kontroliše njegov rad. Jedan od trenutno najpopularnijih takvih programa je *Team viewer*, kog slepa osoba može samostalno aktivirati i npr. profesoru ili asistentu omogućiti pristup. Osoba kojoj se dozvoli pristup mogla bi pratiti šta na računaru radi osoba koja koristi čitač ekrana.

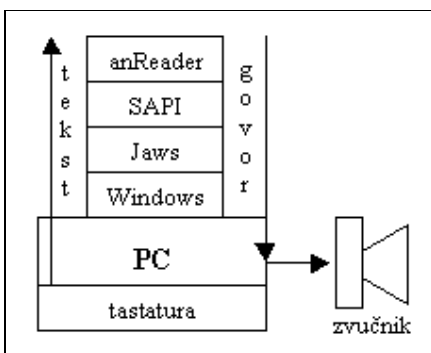
U audio biblioteke koje bi se postavile na univerzitetima profesori bi mogli postavljati potrebnu literaturu, a njihova autorska prava bi bila u potpunosti zaštićena. Postojao bi administrator koji bi kontrolisao pristup aplikaciji.

Ovakvim rešenjima bila bi zaokružena celina uslužnih servisa koji bi omogućili studiranje na daljinu osobama koje imaju problema sa vidom.

Vizuelni sistem se može opravdano smatrati kao dominantni senzorski modalitet kod ljudi. Skoro polovina mozga je posvećena vidu, i procenjuje se da je oko 70% od ukupnog moždanog kapaciteta koji je podređen procesiranju senzorskih informacija zapravo zaduženo za obradu vizuelnih informacija. Studije o vizuelnoj percepciji su otkrile da postoji namerna sklonost ljudskog tela ka vizuelnom, u smislu da ako i postoji konflikt između informacija koje čovekov mozak prima preko vizuelnog i bilo kog drugog čula, krajnja odluka će uvek zavisiti od čula vida. Pored tolike vezanosti čovekovog iskustva sa vidom, moglo bi se reći da studenti koji su slepi ili slabovidni imaju izuzetno veliku prepreku u sticanju akademskog znanja, na ravnopravan način.

Vizuelno oštećenje dolazi u mnogo formi, od kojih svaka nameće posebne probleme za studente. Prema zdravstvenim organizacijama, postoji oko 80 različitih stanja oka koja mogu da utiču na vid na različite načine. To su stanja poput kratkovidosti, dalekovidosti, daltonizma, katarakte, glaukomi, gde poslednja dva navedena su najčešći izazivači slepila. Ozbiljnost ovih stanja, samim tim i stepen invalidnosti, može da varira značajno. Generalno govoreći, opseg uticaja može da varira od manjih problema sa vidom do potpunog slepila. U zavisnosti od stepena invaliditeta, mogu se razlikovati dve osnovne grupe – slepi i slabovidni, i za svaku od njih treba voditi računa o tome koja su ograničenja kada je u pitanju učestvovanje u nastavnim aktivnostima.

U svetu već duži niz godina radi se na razvoju tehnologija koje omogućavaju slepim i slabovidnim osobama da nesmetano postanu deo modernog društva u smislu informacionih tehnologija. Jedni od najpoznatijih i najviše primenjenih rešenja jesu softverski čitači računarskih ekrana – NVDA i *Jaws*. Prateći brojne države sveta, i u Republici Srbiji započeta je kampanja za pomoć osobama sa invaliditetom u sferi računarskih tehnologija. Prve primene govornih tehnologija na srpskom jeziku za pomoć osobama sa invaliditetom usmerne su na slepe i slabovide osobe. Prva organizacija koja je započela rad na razvoju sistema ovog tipa je AlfaNum tim, koji deluje u okviru Fakulteta Tehničkih Nauka iz Novog Sada. Najveći uspeh koji je ovaj tim do danas postigao jeste razvoj prvog softverskog sintetizatora govora – *anReader*-a. Ovaj softver, razvijen za pretvaranje teksta u govor na srpskom jeziku, povezan je sa čitačima ekrana, NVDA i *Jaws*, tako što je napravljena podrška za *Microsoft SAPI* (*Speech API*) i sada čitač ekrana *Jaws* u okviru Windows operativnog sistema koristi *anReader* kao svoju govornu komponentu, kako je prikazano na slici 4.1.



Slika 4.1 - Platforma za rad slepih osoba na računaru pomoću govornih tehnologija

Jaws omogućuje slepoj osobi da se kreće po računaru, podešava opcije i pokreće programe, a *anReader* omogućuje da im računar tečno i razumljivo naglas čita tekstove na srpskom jeziku, bilo da su to knjige, novinski članci, pisma ili bilo koji drugi tekst. Sada slepe osobe mogu da odu na Internet, na novinske sajtove, da im računar čita vesti i da se tako

samostalno informišu. Imaju računar koji im datu knjigu može čitati kad god požele i koliko god puta treba dok je ne nauče - tako se slepi mogu ravnopravnije obrazovati. Pomoću računara oni mogu i da čitaju i da pišu, pa i da se dopisuju - koriste e-mail za komunikaciju, a polako se pojavljuju i SMS čitači za njih. Tako se slepim i slabovidim osobama omogućuje pisana komunikacija i danas postoje brojne e-mail liste na kojima se svakodnevno vodi živa diskusija među osobama sa oštećenjem vida. Primenom govornih tehnologija omogućuje se slepim i slabovidim osobama potpuno samostalan rad na računaru i tako dolaze u poziciju da se mogu obrazovati za mnoge poslove koje pre toga nisu mogli da rade. Govorne tehnologije im omogućuju da u izvesnoj meri prevaziđu svoj hendikep i lakše se integrišu u društvene tokove života i rada.

U uređenim i razvijenim državama rad multi-disciplinarnih timova na razvoju govornih tehnologija je organizovan i finansiran od strane države koja tako obezbeđuje ovakve softvere za svoje slepe i slabovide građane. U našoj državi to još nije tako i pravo je čudo da imamo govorne tehnologije razvijene na tom nivou da se već mogu sasvim konkretno i praktično primeniti za pomoć osobama sa oštećenjem vida. AlfaNum tim koji je sopstvenim snagama i odricanjem izgradio kvalitean sintetizator govora na osnovu teksta na srpskom jeziku, nemajući podršku države u nastojanju da taj rezultat približi osobama sa invaliditetom, samostalno je prilagodio potrebama slepih korisnika računara i inicirao niz projekata sa ciljem da se pokrene lanac obuke i proširi krug slepih i slabovidih korisnika računara pomoću novih govornih tehnologija na srpskom jeziku. Cilj je obučiti ih za korišćenje novih govornih tehnologija - da samostalno čitaju i pišu, da komuniciraju preko Interneta, koriste skenere i druge za njih korisne softvere. Ovaj projekat poznat je pod nazivom Vizija i on je već realizovan u Novom Sadu, Beogradu i Zrenjaninu, a uskoro će biti realizovan u dvanaest gradova Vojvodine, a potom i širom Republike Srbije, pa i u republikama bivše Jugoslavije. Istraživanje Novosadskog udruženja studenata s hendikepom nedvosmisleno je pokazalo da je osnovni razlog što osobe sa oštećenjem vida ne završavaju škole na nivou svojih intelektualnih potencijala to što nemaju literaturu u pogodnom obliku. Brajevo pismo će uvek ostati pismo slepih osoba, njega treba negovati i vremenom obezbediti moderne Brajeve uređaje za što veći broj slepih osoba. Međutim, ovog momenta jeftinije, a za mnoge primene brže i efikasnije sredstvo jesu softverski sintetizatori govora na osnovu teksta koji su sada dostupni i na srpskom jeziku. AlfaNum tim je realizovao i "Računarski rečnik za slepe" - izdanje "Kompjuterskog priručnika za neupućene" (Mikro knjige) na kompakt disku sa integrisanim sintetizatorom govora koji im čita objašnjenje 2000 pojmova iz informatike. Ovaj projekat iniciralo je Udruženje umetnika i intelektualaca sa oštećenjem vida Srbije, a finansiralo Ministarstvo kulture i medija Republike Srbije. AlfaNum tim je krenuo i sa realizacijom govornog portala za slepe. To je sajt na Internetu kojem će moći pristupati i slepe osobe jer će ih tamo očekivati govorna mašina koja će im usmeno saopštavati tražene informacije. Za one osobe sa oštećenjem vida koje još uvek ne umeju da koriste Internet ili im on nije dostupan, većina informacija sa ovog govornog portala biće dostupna i preko telefonskog govornog portala. Ovaj projekat nazvan je Kontakt i on će biti tačka oslonca slepih i slabovidih korisnika računara, dostupan u svakom momentu u predstojećem procesu obuke i edukacije. Preko njega će se vremenom pružati razne usluge, na primer, savetovalište u kojem će uživati najavljenim terminima gostovati defektolozi, psiholozi, sociolozi, pravnici i drugi stručnjaci. Uvodiće se interaktivni i zabavni sadržaji i sl. Biće tu, naravno, i mnogi linkovi na druge portale, kao i brojne informacije potrebne osobama sa oštećenjem vida. U školi za učenike oštećenog vida "Veljko Ramadanović" u Zemunu, realizuje se projekat izrade audio-biblioteke za slepe i slabovide. Deset računara biće povezano u mrežu, napraviće se baza podataka sa knjigama, lektirama i časopisima u elektronskom tekstualnom formatu, biće instaliran softver za pretvaranje teksta u govor na srpskom jeziku i napravljen poseban softver za navigaciju po bazi podataka, tako da će učenik sa oštećenjem vida lako pronaći i slušati željenu lekciju. Nastavnici i administratori će biti obučeni da učeniku ili studentu mogu snimiti audio kompakt disk sa

sintetizovanim govorom gde je mašina pročitala željene lekcije ili knjige. Kroz projekat biće izvršena odgovarajuća obuka nastavnika i administratora, kao i učenika i njihovih roditelja.

Slični projekti biće organizovani i za druge osobe sa invaliditetom iz raznih invalidskih organizacija.

5. ANREADER

AnReader je prvi sintetizator govora iz teksta razvijen za srpski, a kasnije i za hrvatski, bosanski i makedonski jezik, koji je kvalitetom sintetizovanog govora doprineo pokretanju lanca obuke slepih i slabovidih korisnika računara koji se samo u nekoliko godina udesetostručio. Kvalitet sinteze doprineo je i pojavi širih komercijalnih aplikacija.

5.1. AKCENATSKO-MORFOLOŠKI REČNIK

Da bi bilo jasno zašto je teško naučiti računar da naglas čita, treba obratiti pažnju na nekoliko činjenica. U tekstu su reči napisane odvojeno i čovek lako uočava pojedine reči i konstruiše smislenu rečenicu u svojoj glavi. Ako je rečenica napisana bez razmaka između reči, toseteškodapročitati. U govoru nema pauza između reči – reči se nižu u kontinuitetu i pauze se prave samo ponekad, obično na kraju rečenice. Kako čovek razaznaje pojedine reči u kontinualnom govoru? Tako što je svaka reč izgovorena na odgovarajući način, ispravno akcentovana i intonirana. Računar u golom tekstu koji treba da prevede u govor nema podatke o tome koliko pojedini glasovi treba da traju, da li su u naglašenom slogu ili ne, kako u toku tog nepoznatog trajanja treba intonirati glas, kako menjati visinu tona i glasnost, niti poznaje sve te tzv. prozodijske elemente na nivou glasa, sloga, reči i cele rečenice. Tu dolazi do izražaja komplikovana struktura srpskog jezika, sa četiri vrste akcenata, produženim trajanjem nekih glasova, od deset vrsta reči, pet ih je promenljivo (imenice, zamenice, pridevi, brojevi i glagoli), pa se jedna reč može naći i u više desetina oblika, pri čemu se javljaju akcenatske alternacije – akcenti se menjaju i pomeraju. Postoje u tome pravila, ali ima veoma mnogo izuzetaka i mnogo toga se radi po sluhu. Dakle, bez obimnog rečnika, ne može se realizovati pouzdano automatsko akcentovanje teksta na srpskom jeziku. U tekstu koji računar treba da prevede u govor, on nema informaciju o akcentima, a ako samo jednu reč u rečenici pogrešno akcentuje, cela rečenica može da dobije drugo značenje, ili, još češće, da ga potpuno izgubi. Ako su reči pogrešno akcentovane i intonirane, kontinualni govor se teško razume – slušalac mora da se napreže da bi razumeo šta je rečeno. Nerazumljivost kontinualnog govora sa pogrešnim akcentima može da bude tolika da čovek čak ne prepozna ni da je reč o njegovom maternjem jeziku, a kamoli šta je rečeno.

Bilo je pokušaja da se napravi sinteza govora na osnovu teksta na srpskom i drugim južnoslovenskim jezicima, ali su svi zastali pred problemom akcentovanja i prirodne intonacije govora. Tako su dobijali govor robotski ravne intonacije naporne za slušanje ili čak sa pogrešnim akcentima, što zahteva naprezanje slušaoca da bi razumeo šta se htelo reći i to nije našlo šire primene. AlfaNum tim u Novom Sadu prvi je i za sada jedini uspešno rešio ovu veliku prepreku u razvoju govornih tehnologija za južnoslovenske jezike, tako što je napravio akcenatsko-morfološki rečnik srpskog jezika sa velikim brojem reči u svim svojim pojavnim oblicima. Taj rečnik već sadrži preko 4 miliona unetih oblika reči [13] sa informacijama o poziciji i vrsti akcenta u njima i još nekim morfološkim informacijama koje pomažu da se reše dileme kako akcentovati reč u datom kontekstu ako je u pitanju reč koja se isto piše a može se različito akcentovati, pri čemu dobija sasvim drugačije značenje (npr. reč “radio” u zavisnosti od akcenta može biti glagol ili imenica). Sada računar može u akcenatsko-morfološkom rečniku da „vidi“ kako treba da akcentuje i intonira svaku reč u rečenici koju treba da pročita.

Može se desiti da je reč pogrešno napisana tako što je npr. greškom ispušteno neko slovo, i tada ta reč ne postoji u akcenatskom rečniku. Naravno da postoje i reči koje još nisu unete u rečnik. Za ove slučajeve implementirana je posebna strategija čitanja. Biće pročitane onako kako su napisane, a intonirane po uzoru na slične reči [12].

Akcenatsko-morfološki rečnik u velikoj meri rešio je još jedan praktičan problem. Naime, latinični tekstovi pojavljuju se često bez dijakritičkih znakova (“kukice” i “crtice” iznad naših slova š, č, ž, ć, dž, đ). Tada *anReader* najčešće i nema takvu reč u akcenatskom rečniku i ne zna kako da je akcentuje, ali onda prvo proveriti da li je u reči ispušten dijakritički znak i ako u rečniku pronade odgovarajuću reč sa dijakritičkim znacima, onda najčešće zna o kojoj reči se ustvari radi i zna kako treba da je pročita. Ovo se može iskoristiti za pravilno čitanje tako napisanih e-mailova, SMS poruka i slično. Naravno, u nekim rečima izostavljanje dijakritičkih znakova pretvara reč u neku drugu postojeću reč i tada ni taj akcenatsko-morfološki rečnik ne može pomoći da se automatski tekst pročita kao da je korektno napisan.

AnReader je prvi softver koji kvalitetno čita tekstove na srpskom jeziku i na ćirilici i na latinici, sa i bez dijakritičkih znakova. Osim toga, u akcenatsko-morfološki rečnik dodat je niz stranih reči koje se često pojavljuju u tekstovima na srpskom jeziku, a izgovaraju se drugačije nego što su zapisane, tako da *anReader* ume da ih pročita onako kako bi ih i čovek pročitao kako to ne bi odvlačilo pažnju slušaoca.

5.2. GOVORNA BAZA

Kada računar krene da pretvara tekst u govor, on prvo za svaku reč “zaviri” u akcenatsko-morfološki rečnik, još malo “razmisli” i reši pitanje kako treba intonirati datu reč i celu rečenicu. Ali tu se još nigde ne pojavljuje govor. Kako u stvari nastaje govor u računarskom generisanju govora i kako se najzad tekst pretvara u govor? Postoje snimljeni govorni uzorci nekih govornih segmenata i njih računar reprodukuje preko zvučnika ili slušalica. Naravno, jasno je da nije moguće imati snimljene sve moguće reči, u svim svojim oblicima, izgovorene u svim mogućim kontekstima i sa svim mogućim varijantama intonacije. S druge strane, ako bi se pošlo od proste ideje da se snime samo govorni uzorci naših 30 glasova, sintetizovani govor nastao spajanjem tih glasova prema zadatom tekstu dao bi sintetizovani govor izuzetno lošeg kvaliteta. Čak ni bogatije govorne baze sastavljene od izgovorenih dvoglasa, kakve su se do nedavno koristile za sintezu (i na kojima se još uvek baziraju mnogi sintetizatori), ne mogu dati visok kvalitet govora jer se ni isti glas ni isti dvoglas ne izgovaraju isto u svim mogućim kontekstima.

AlfaNum tim se oslonio na mnogo bogatiju govornu bazu. Snimili su 2,5 sata govora sa posebno odabranom profesionalnom spikerkom u radijskom studiju. U toku 2009. godine snimljena je znatno veća (preko 10h) govorna baza i u toku je njena priprema za primenu u TTS koja će doprineti povećanju kvaliteta sintetizovanog govora. Pomoću prepoznavaća govora, automatski su postavili granice između svaka dva izgovorena glasa, čak su neki glasovi (plozivi i frikativi sa očigledno različitim delom okluzije ili frikcije i eksplozije) segmentirani do nivoa subfonema. Zatim su mesecima intenzivno radili na ručnom labeliranju te govorne baze pomoću posebno razvijenih audio-vizuelnih softverskih alata, tako da sada u govornoj bazi postoje precizno označene granice svakog (sub)fonema i ne samo to. Beležene su i informacije o kvalitetu pojedinih glasova i njihovim posebnim karakteristikama kako se ne bi pri sintezi koristio glas u pogrešnom kontekstu – to bi se odmah čulo i kvarilo utisak o kvalitetu sinteze. Godinama posle pronalaze se sitni propusti u tako velikom poslu i polako se otklanjaju. Ne bi bio problem za dan-dva snimiti nove govornike i ponuditi korisniku sintetizatora da bira glas govornika koji će mu čitati tekstove, ali posle svakog snimanja je potrebno mnogo vremena i truda da se govorna baza obradi i pripremi za primenu u kvalitetnoj sintezi govora.

AnReader, dakle, nije osuđen na to da spaja samo dvoglase kao većina drugih sintetizatora. Ako uspe u 2,5 sata (uskoro u 10 sati) snimljenog govora da nađe celu reč u željenom kontekstu onda je neće sastavljati od znatno kraćih delova, a i ako nema celu reč moći će da je iskombinuje korišćenjem dužih govornih segmenata koje pronade u bogatoj govornoj bazi. Naravno, od svih mogućih kombinacija u govornoj bazi za zadati tekst treba pronaći kombinaciju govornih segmenata koja će dati najbolji kvalitet sintetizovanog govora, pravilno akcentovanog i intoniranog. Za to je bilo neophodno razvijati i moćne algoritme pretrage koji treba da rade brzo i precizno.

5.3. MOGUĆNOSTI ANREADER-A

Da bi sintetizovao govor iz datog teksta, računar u operativnu memoriju treba da učitava čitav akcenatsko-morfološki rečnik sa preko 4 miliona zapisanih reči sa odgovarajućim morfološkim informacijama i da izvršava zahtevne algoritme analize teksta i pretrage govorne baze snimljenog glasa, te spajanja izabranih govornih uzoraka tako da se spojevi ne čuju. Izvršene su brojne optimizacije, kompresije i kodovanja podataka kako bi *anReader* mogao da funkcioniše i na skromnijim računarima, tako da je on funkcionalan još od računara *Pentium II*, ali i danas važi za najzahtevniju sintezu što se tiče računarskih resursa ukoliko se ne izvrši optimizacija pri instalaciji.

Korisnik može da podešava brzinu čitanja, visinu tona, da bira čitanje reč po reč, glas po glas. Za sada može da bira između dva govornika, ženskog i muškog, čiji je glas nastao posebnom digitalnom obradom ženskog glasa, tako da se izbeglo ponavljanje posla oko mukotrpnog labeliranja. U planu je da se ponudi širi izbor glasova, ali je, kao što je već rečeno, potrebno dosta vremena da bi se to na kvalitetan način uradilo.

Da bi svaki korisnik mogao da nazove govornicu i govornika po svojoj želji, omogućeno je da im korisnik, ako želi, promeni ime.

Napravljena je posebna strategija kako se čitaju brojevi, datumi, novčani iznosi, pa i skraćenice i ta opcija može biti uključena ili isključena.

5.4. UPUTSTVO ZA KORIŠĆENJE ANREADER APLIKACIJE

5.4.1. UVOD

Programski paket *anReader* namenjen je čitanju tekstova na srpskom jeziku. Tekst se čita potpuno tačno, razumljivo i u najvećem broju slučajeva je ispravno akcentovan. Može se koristiti u razne svrhe, a prevashodno je namenjen slepim ljudima, kao pomoć pri upotrebi računara. *anReader* ima sledeće mogućnosti:

- Može da čita tekst iz *clipboard*-a.
- Podržava SAPI 5 i SAPI 4 standarde, pa se može koristiti uz neke programe za čitanje sadržaja ekrana (na primer: NVDA ili *Jaws*).
- Čita i ćirilicu i latinicu.
- Ima dva govornika: muškog i ženskog.
- Podržava promenu brzine, visine i glasnoće.
- Može da čita slovo po slovo.
- Može, a ne mora da čita interpunkciju.
- Može ispravno da čita tekstove bez nasih slova. (bez dijakritičkih znakova)
- Podržava ispravno čitanje često korištenih stranih reči (na primer: *Microsoft*).
- Dozvoljava promenu akcentovanja proizvoljne reči.

Na slici 5.1 prikazan je prozor aplikacije u kom se podešavaju prethodno pomenuti parametri.



Slika 5.1 – Podešavanje parametara *anReader*-a

5.4.2. INSTALACIJA PROGRAMA

Da bi se instalirao program za početak potrebno je ubaciti CD i on će automatski započeti instalaciju pokrećući fajl „Setup.bat“ iz osnovnog direktorijuma. On će uraditi sledeće:

- Pokrenuće instalaciju sapi51.exe
- Pokrenuće *Setup* programa *anReader*, koji će korisnika voditi kroz instalaciju ovog programa.
- Instalacija *anReader*-a nudi izbor govornika koje korisnik želi da instalira i nudi opcionu instaliraciju NVDA aplikacije. NVDA je besplatni čitač ekrana.
- Ukoliko, iz nekog razloga, korisnik ima potrebu da instalira samo jedan od ovih programa, instalaciju *anReader*-a će naći u direktorijumu *anReader* (program setup.exe).

Ovim je instalacija *anReader*-a završena. Ukoliko korisnik koristi *Jaws*, i želi da se interpunkcija čita na srpskom, potrebno je prekopirati fajlove symbols.ini, SAPI 5x.sbl i Anreader.sbl iz *Jaws* direktorijuma na CD-u u poddirektorijum settings/enu direktorijuma gde je instaliran *Jaws* (ili u *Documents and Settings/<username>/Application Data/Freedom Scientific/JAWS/<verzija>/Settings/enu* ukoliko korisnik koristi noviju verziju *Jaws*-a).

Program može da se startuje na više načina:

- pokretanjem čitača ekrana (NVDA, *Jaws*...), kada će se *anReader* koristiti kao njegova govorna jedinica, ili
- pokretanjem programa *anReaderStarter* iz *Programs* foldera gde je instaliran *anReader*. Tada će se *anReader* moći koristiti za čitanje sadržaja clipboard-a.

Na slici 5.2 prikazana je poruka koja se generiše nakon pokretanja *anReader* aplikacije.



Slika 5.2 – Generisana poruka nakon pokretanja *anReader*-a.

Da bi se koristio sintetizator *anReader*, neophodno je da se nakon instalacije i aktivira. Aktivacija se obavlja nakon pokretanja nekog programa koji koristi *anReader*, a može se obaviti automatski putem Interneta (što je najčešće preporučeno) ili telefonskim putem, pozivom na broj +381 21 475 0204 radnim danom od 9 do 17 časova.

Procesom aktivacije, serijski broj *anReader*-a vezuje se za konkretan računar na kojem će funkcionisati. U slučaju da korisnik planira značajniju izmenu hardvera ili celog računara, za nastavak korišćenja *anReader*-a, neophodno je da korisnik prethodno vrati licencu za svoj primerak tako što će pokrenuti opciju „Vraćanje Licence” iz Start menija i ispratiti sve korake za vraćanje licence. Vraćanje licence može se takođe izvršiti automatski, putem Interneta ili telefonskim putem, pozivanjem gorenavedenog broja telefona. Nakon toga korisniku je omogućeno da i nakon zamene hardvera instalira i aktivira svoj primerak *anReader*-a.

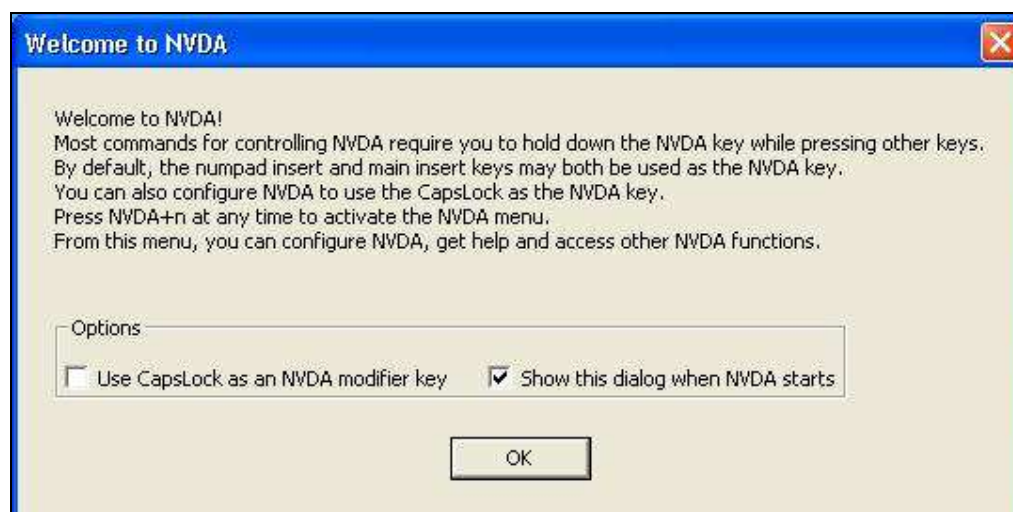
Ukoliko korisnik ne planira da menja konfiguraciju, vraćanje licence nije neophodno i čak se i ne preporučuje, pošto je ukupan dozvoljeni broj vraćanja licenci ograničen.

Za korisnika je veoma važno da ispoštuje ovu proceduru, kako ne bi ostao bez licence za korišćenje *anReader*-a.

5.5. RAD SA PROGRAMOM

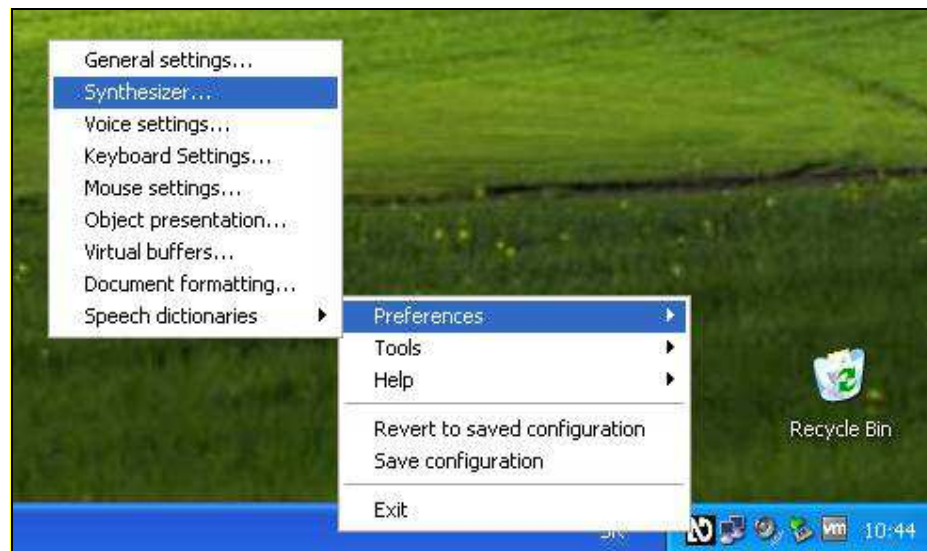
Program je napravljen kao SAPI 5 i SAPI 4 kompatibilna komponenta, tako da ga može koristiti bilo koji program koji podržava neki od ovih standarda. Uz *anReader* mogu se koristiti razni čitači ekrana, od kojih su najzastupljeniji NVDA i Jaws. U sam instalacioni paket *anReader*-a uključen je besplatni čitač ekrana NVDA, ali je korisniku omogućeno da po želji primeni i druga rešenja.

NVDA meniju se pristupa pomoću prečice Insert + N. Na slici 5.3 prikazana je poruka koja se generiše nakon pokretanja NVDA menija.



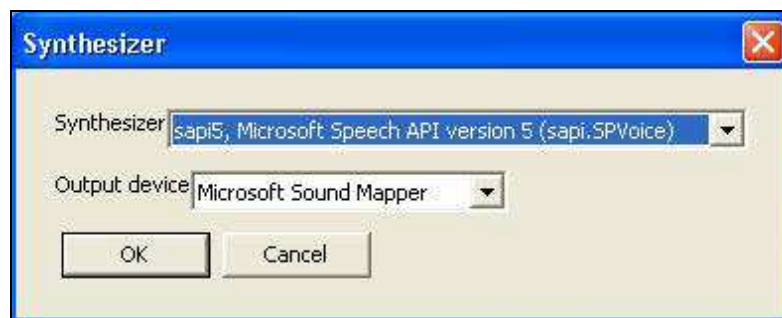
Slika 5.3 – Poruka generisana pri pokretanju NVDA menija.

Da biste koristili *anReader* sa NVDA potrebno je da u NVDA meniju izaberete Preferences, zatim *Synthesizer*, kako je i prikazano na Slici 5.4.



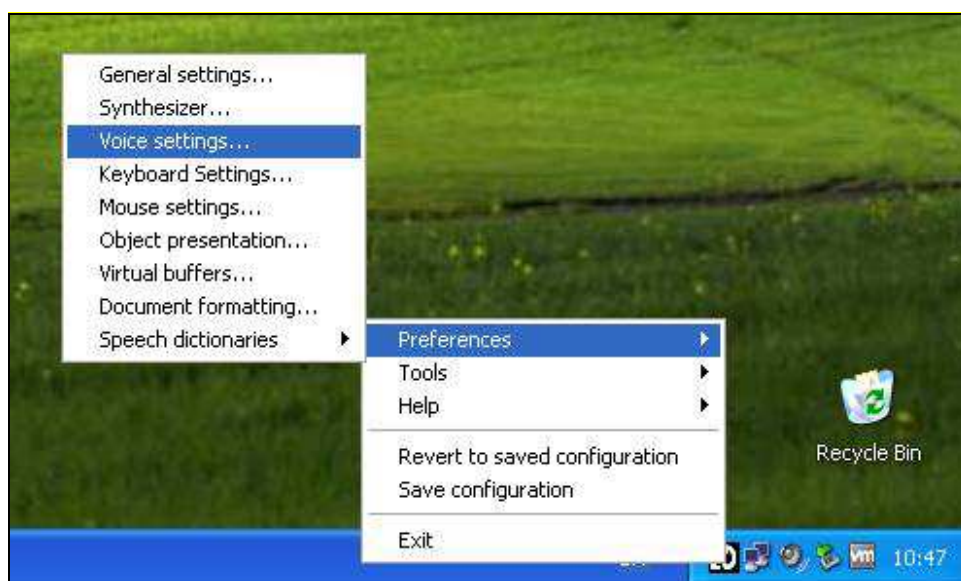
Slika 5.4 – Neophodna podešavanja za primenu NVDA uz *anReader*.

Nakon otvaranja prozora *Synthesizer*, u padajućem meniju izabere se SAPI 5, Microsoft Speech API version 5, kako je prikazano na Slici 5.5. Izbor se zatim potvrdi tasterom Enter.



Slika 5.5 – Podešavanja u prozoru *Synthesizer*.

Nakon podešavanja u prozoru *Synthesizer*, zatvori se prozor, i ponovo se odabere opcija *Preferences*, a u okviru nje *Voice settings*, kako je prikazano na Slici 5.6. Ovaj korak koristi se za podešavanja glasa za čitanje koji korisnik želi.



Slika 5.6 – Koraci za podešavanja glasa.

U ovom prozoru se bira glas nekog od AlfaNum govornika. U istom meniju može da se prilagodi brzina i visina glasa prema potrebama korisnika (opcije *Rate* i *Pitch*), kako je prikazano na Slici 5.7. Završetak podešavanja se potvrđuje tasterom Enter. Nakon toga potrebno je još da se sačuvaju podešavanja tako da AlfaNum glas bude podrazumevani glas za NVDA.

Osim sa NVDA čitačem ekrana *anReader* se koristi i sa komercijalnim čitačima. Tu spada i najpoznatiji čitač ekrana *Jaws*, počevši od verzije 4.0 na dalje. Nakon izvršene instalacije *anReader*-a, *Jaws* će biti u stanju da ga koristi za potrebe čitanja sadržaja ekrana. Potrebno je samo izvršiti dodatna podešavanja *Jaws*-a.



Slika 5.7 – Podešavanja glasa za NVDA čitač ekrana.

5.5.1. SAPI 5 I JAWS VERZIJE 6 ILI NOVIJI

Za upotrebu *anReader*-a kao SAPI 5 komponente sa *Jaws*-om novijim od verzije 5 dovoljno je postaviti SAPI 5 za podrazumevani sintetizator pomoću *Jaws* pratećeg programa *Configuration Manager*.

„*Configuration Manager*“ se može pokrenuti na sledeći način:

- Pokrenuti *Jaws*, a zatim putem prečice Insert + J pristupiti njegovom glavnom meniju. Odabrati *Utilities*, zatim *Configuration Manager*.
- Pomoću prečice Alt + S (*Settings*) dobija se izbor podešavanja i tada treba odabrati *Synthesizer Options*. U dijalogu koji se pojavi treba pod opcijom *default* odabrati SAPI 5 i pritisnuti taster Enter. Potom je još potrebno sačuvati izmene u podešavanjima pomoću prečice Ctrl + S. Zatim zatvoriti *Configuration Manager* pomoću prečice Alt + F4.
- U glavnom meniju izabrati *Language*, pa *Synthesizer Language*, gde se odabere *Serbian (Latin)*.
- Pomoću prečice Alt + S dobija se izbor podešavanja i tada treba odabrati *Synthesizer Options*. U dijalogu koji se pojavi treba pod opcijom *default* odabrati SAPI 5 i pritisnuti taster Enter. Potom je još potrebno sačuvati izmene u podešavanjima pomoću prečice Ctrl + S. Na kraju, zatvoriti *Configuration Manager* pomoću prečice Alt + F4.
- Ponovo se izabere glavni meni *Jaws*-a (Insert + J), zatim *Options*, pa *Voices* i onda *Global Adjustment*. U novom dijalogu koji se pojavio izabere se neki od AlfaNum govornika i pritisne taster Enter.

Pri sledećem pokretanju *Jaws* će koristiti *anReader* SAPI 5 komponentu i izabranog govornika.

5.5.2. SAPI 5 I JAWS VERZIJE 5 ILI STARIJI

Za upotrebu *anReader*-a kao SAPI 5 komponente sa *Jaws*-om verzije 5 ili starijim potrebno je ispratiti sledeća uputstva:

- Pokreće se *Installation Maintenance* iz osnovnog direktorijuma *Jaws*.
- Bira se opcija *Modify*.
- Kad program pita za podržane sintetizatore čekira se *Microsoft Text-to-speech* SAPI 5. U slučaju *Jaws* 5.0 on je po *default*-u uključen.
- Kad program pita za *default synthesizer* (ili *primary device*), takođe se odabere *Microsoft Text-to-speech* SAPI 5 (obično je *Eloquence for Jaws*).
- Zatim se startuje *Jaws*.
- U meniju *Options->Voices->Global Adjustment* pod *Person* odabere se AlfaNum Marija ili AlfaNum Steva, po vlastitom izboru, zavisnosti da li korisnik želi ženski, odnosno muški glas za čitanje.

Jaws omogućava da se za različite *prompt*-ove i vrste tekstova podese i različiti govornici, visine i brzine. Podešavanja su po želji. Starije verzije *Jaws*-a umeju da budu malo

tvrdoglave, odnosno da vraćaju nekog drugog govornika umesto onog kojeg korisnik podesi. Ovo nije do *anReader*-a, a rešenje je da se instalira verzija *Jaws* 5.00.844 ili novija.

5.5.3. SAPI 4 I JAWS

Za upotrebu *anReader*-a kao SAPI 4 komponente potrebno je ispratiti sledeća uputstva:

- Pokrenuti JAWS, a zatim putem prečice Insert + J pristupiti njegovom glavnom meniju.
- Potom odabrati opciju *Language*, zatim *Change Synthesizer* i na kraju SAPI 4 *detect*.
- *Jaws* će detektovati sve SAPI 4 kompatibilne govorne module na računaru. Potrebno je da se odabere *anReader* sa liste detektovanih sintetizatora.
- Ukoliko korisnik želi da *anReader* SAPI 4 sintetizator bude *default* sintetizator u *Jaws*-u potrebno je još pokrenuti *Jaws Configuration Manager*. (Insert + J, zatim *Utilities* i onda *Configuration Manager*). Pomoću prečice Alt + S dobija se izbor podešavanja i tada treba odabrati *Synthesizer Options*. U dijalogu koji se pojavi treba pod opcijom *default* odabrati *anReader* i pritisnuti taster Enter. Potom je još potrebno sačuvati izmene u podešavanjima pomoću prečice Ctrl + S.

Ovim je *Jaws* podešen da koristi *anReader* za čitanje sadržaja ekrana. Svaki put će se prilikom startovanja čuti kako se inicijalizuju AlfaNum Marija i AlfaNum Steva. Ovo može da traje do desetak sekundi, u zavisnosti od mašine.

5.5.4. PODEŠAVANJE GLASA I ČITANJA

Kao što je već rečeno, iz čitača ekrana može se podešavati brzina, visina i intenzitet sinteze (Slika 5.7).

Sa druge strane sam *anReader* podržava još neke opcije čitanja koje nisu podržane u čitačima ekrana. Za to su predviđeni odgovarajući tasteri, odnosno opcije u dijalogu programa *anReader*:

- Control+F1 ili *button* Čitaj - Čitanje sadržaja *clipboard*-a. Koristi se prilikom samostalnog korišćenja programa *anReader* (bez čitača ekrana), ili kad čitač ekrana nije u stanju da ispravno prosledi tekst *anReader*-u (recimo u slučaju ćirilčnih tekstova kod starijih verzija čitača). Esc ili *button* Zaustavi - Zaustavljanje čitanja sadržaja *clipboard*-a.
- Control+F2 ili *checkbox* Čitaj interpunkciju - Uključuje/isključuje eksplicitno čitanje interpunkcije pri čitanju tekstova.
- Control+F3 ili *checkbox* Čitaj slovo po slovo - Uključuje/isključuje čitanje teksta slovo po slovo.
- Control+F4 ili *checkbox* Čitaj skraćenice - Uključuje/isključuje čitanje reči napisanih velikim slovima slovo po slovo, ukoliko nema vokala u skraćenici (npr. BIT će čitati bit, ali će CD pročitati c d).

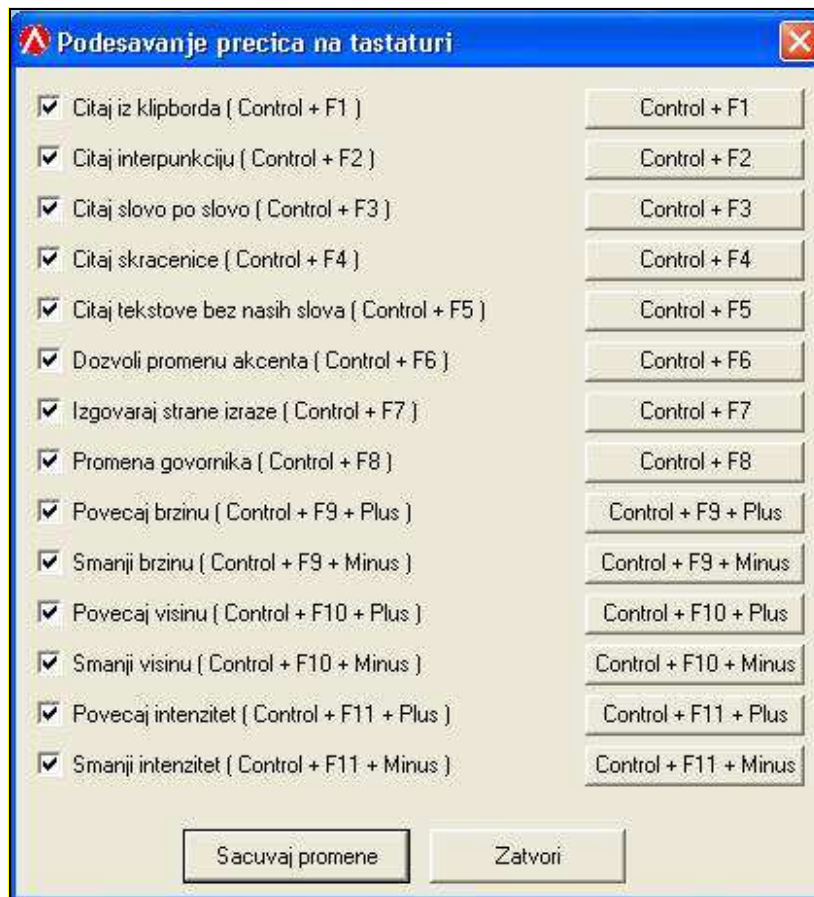
- Control+F5 ili *checkbox* Čitaj tekstove bez naših slova - Uključuje/isključuje ispravno čitanje tekstova bez srpsko karakterističnih slova. Na primer, ako je uključena ova opcija, tekst: Citam tekstove bez naših slova će biti pročitana kao Čitam tekstove bez naših slova. Može da bude korisno pri čitanju e-mailova, ali treba biti i oprezan: može se desiti da neku reč protumači pogrešno pa da ubaci neko naše slovo iako nam to nije bila namera.
- Control+F6 ili *checkbox* Dozvoli promenu akcenta - Uključuje/isključuje mogućnost promene akcenta pri čitanju određene reči.
- Control+F7 ili *checkbox* Izgovaraj strane izraze - Uključuje/isključuje ispravno čitanje čestih stranih izraza.

Ovo su opcije koje će uticati i na način čitanja iz čitača ekrana, a ne samo pri čitanju iz *clipboard*-a. Za razliku od njih sledeće komande se odnose samo na čitanje iz *clipboard*-a:

- Control+F8 ili *combo-box* Govornik - Promena govornika. Za sad su na raspolaganju AlfaNum Marija i AlfaNum Steva.
- Control+F9+ taster + (ili taster minus) ili *slider* Brzina - Promena brzine govora. Vrednosti se mogu kretati od 0 do 100.
- Control+F10 + taster + (ili taster minus) ili *slider* Visina - Promena visine govora (*pitch*). Vrednosti se mogu kretati od 0 do 100.
- Control+F11+ taster + (ili taster minus) ili *slider* Intenzitet - Promena intenziteta govora (glasnoća). Vrednosti se mogu kretati od 0 do 100.
- Moguće je i isključiti/uključiti dijalog *anReader*-a pritiskom na tastere Alt+F1.

U dijalogu postoji opcija Pauza pre proklitika. Ako je uključena, sintetizator će ubacivati kratke pauze pre veznika i reči, što umnogome doprinosi razumljivosti govora.

Navedene prečice preko tastature nisu fiksirane i mogu se promeniti u zavisnosti od potreba korisnika. Pritiskom na dugme "Prečice" pojavljuje se dijalog za izmenu predefinisanih prečica. Na ovom dijalogu se nalaze dugmad sa natpisima koji su jednaki trenutnoj kombinaciji tastera. Ukoliko korisnik želi da promeni neku od prečica, potrebno je da aktivira odgovarajuće dugme i nakon toga pritisne novu kombinaciju tastera. Takođe može da se isključe pojedine prečice ukoliko nisu potrebne, isključivanjem odgovarajućih *checkbox*-ova. Nakon što se izvrše željene izmene, potrebno je da se sačuvaju tako što se aktivira dugme "Sačuvaj izmene". Ukoliko se korisnik predomisli može bez posledica da pritisne taster ESC i zatvori ovaj dijalog. Na slici 5.8 prikazan je prozor ovog dijaloga.



Slika 5.8 – Dijalog za podešavanje glasa i čitanja.

5.5.5. *HARDVERSKO-SOFTVERSKI ZAHTEVI ZA INSTALACIJU ANREADER-A*

Za instalaciju programa *anReader*, minimalna konfiguracija personalnog računara je sledeća:

- Pentium III na 500MHz (ili ekvivalent)
- 512MB RAM
- 350MB do 700MB prostora na hard disku (zavisi od broja glasova)
- Zvučna kartica
- Windows 2000/XP/Vista

6. PROJEKTI NA BAZI ANREADER-A

Na bazi *anReader*a već se realizuje nekoliko projekata za slepe i slabovide osobe:

- Vizija (obuka za korišćenje računara),
- Kontakt (govorni portal za slepe),
- Audio biblioteka za slepe i slabovide,
- Računarski rečnik za slepe.

6.1. PROJEKAT VIZIJA

Računar je mnogo značajniji za osobe oštećenog vida nego za druge ljude. On je za njih pre svega govorna mašina koja im omogućava da u izvesnoj meri prevaziđu svoj hendikep i mnogo lakše ostvare prava na obrazovanje i samostalni pristup pisanim informacijama.

Cilj serije projekata pod zajedničkim nazivom Vizija bio je pokretanje lanca obuke slepih i slabovidih korisnika računara. Obrazovanjem centara za obuku slepih i slabovidih korisnika računara u njihovim savezima i organizacijama stvaraju se preduslovi za širenje kruga slepih i slabovidih korisnika računara kojih nije bilo više od 100 među 15 hiljada članova saveza slepih i slabovidih u Srbiji i Crnoj Gori. Samo kroz projekat Vizija, SOSSV (Savez organizacija slepih i slabovidih Vojvodine) kroz obuku su prošla 33 slepa i slabovida korisnika računara, među kojima su više od pola bili početnici. Obuku je izvelo 12 slepih i slabovidih instruktora, među kojima je 7 njih steklo svoja prva takva iskustva na ovom projektu.

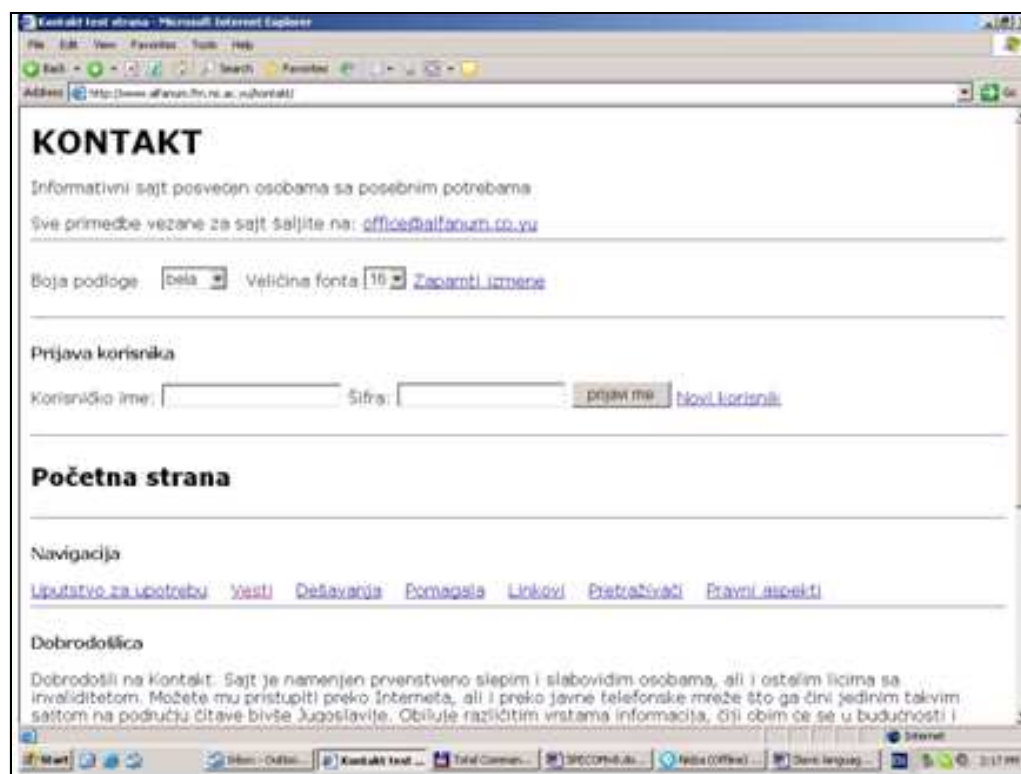
Rezultat projekta Vizija, SOSSV je da su sve međuopštinske i gradske organizacije u okviru Saveza organizacija slepih i slabovidih Vojvodine dobile po nekoliko primeraka govornog softvera za srpski (*anReader*) i sada imaju po nekoliko slepih i slabovidih instruktora koji mogu da obučavaju nove slepe i slabovide korisnike računara. Tako je inicirano obrazovanje centara za obuku slepih i slabovidih korisnika računara širom Vojvodine. U svakoj međuopštinskoj organizaciji održane su tribine i motivisani članovi i upoznati sa perspektivama koje im se otvaraju, a organi lokalne samouprave i javnost preko medija podstakli su da im se pomogne u daljem samoorganizovanju.

Kasnije su se slične obuke organizovale širom Srbije u organizacijama slepih i slabovidih, a uz finansijsku podršku Nacionalne službe za zapošljavanje. Projekte obuke vodio je prof. Delić sa Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, a izvodili su ih instruktori – članovi Saveza slepih Srbije.

Ovo je do sada najšira organizovana akcija ove vrste na čitavom južnoslovenskom govornom području i može da posluži kao uzor za sve ostale krajeve bivše Jugoslavije. Kao rezultat u nekoliko godina udesetostručio se broj slepih i slabovidih korisnika računara u Srbiji.

6.2. PROJEKAT KONTAKT

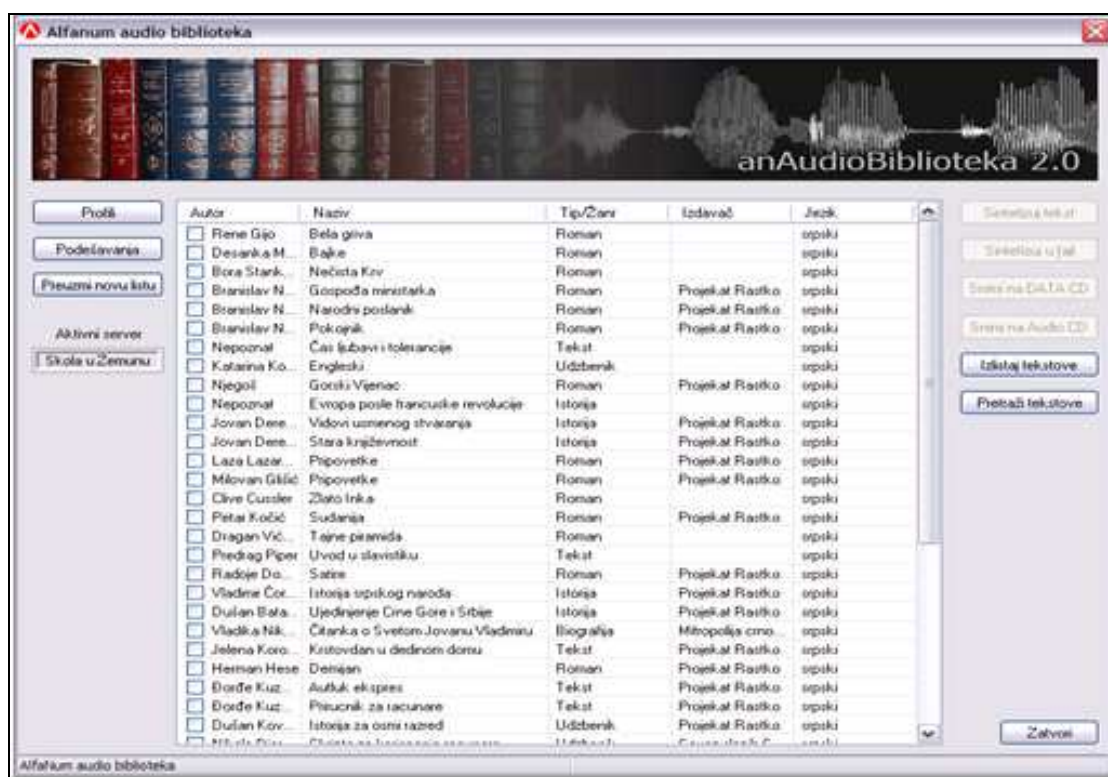
Cilj projekta “Kontakt” – govorni portal za slepe, jeste izrada sajta na Internetu prilagođenog posebnim potrebama slepih i slabovidih, kako po sadržaju tako i po funkcionalnosti. Prilagođen je softverskim alatima koje slepi koriste na računarima, tako da oni lako pronalaze željene informacije koje im računar naglas čita. Za većinu slepih i slabovidih osoba koje još uvek ne umeju da koriste računare i Internet, većinu ovih informacija učinjena je dostupnim preko telefonskog govornog automata (kroz saradnju sa Telekomom Srbije), na bazi automatskog prepoznavanja i sinteze govora na srpskom jeziku razvijenih na FTN i u preduzeću AlfaNum u Novom Sadu. Preko govornog portala “Kontakt” mogu da se pružaju i mnoge usluge i korisnički servisi za osobe oštećenog vida, kao što su edukativni, zabavni i interaktivni sadržaji i savetovalište. “Kontakt” može biti njihova tačka oslonca u predstojećem procesu obuke za korišćenje računara kao govorne i komunikacione mašine, pa i sredstva za rad i mnoge nove delatnosti koje su im do juče bile nedostupne. Na slici 6.1 prikazan je izgled sajta KONTAKT.



Slika 6.1 – Sajt KONTAKT, posvećen osobama sa posebnim potrebama. [15]

6.3. PROJEKAT AUDIO BIBLIOTEKA ZA SLEPE I SLABOVIDE OSOBE

Audio biblioteka za slepe i slabovide realizovana je prvo u školi za učenike oštećenog vida “Veljko Ramadanović” u Zemunu, gde se školuje preko 200 slepih i izrazito slabovidih učenika osnovne i srednje škole, što je velika većina slepih i slabovidih učenika u Srbiji i Crnoj Gori. Cilj ovog projekta je bio da se svaki računar u školi pretvori u govornu mašinu, kao i da se formira baza knjiga, časopisa, lektire i stručne literature i svega onoga što đacima treba da bi se obrazovali. Napravljen je poseban interfejs koji će omogućiti i onim učenicima koji još nisu savladali veštinu korišćenja računara da mogu lako da pronađu željene lekcije i da puste *anReader* da ih čita preko slušalica. Student oštećenog vida može da dođe u školu i obrati se nekom od obučenih nastavnika da mu pomoću *anReader* vrlo brzo nareže audio CD sa sadržajem čitave knjige ili odabranih poglavlja. Student će potom moći nesmetano da preslušava taj sadržaj i tako spremi svoj ispit. Audio biblioteka je kasnije povezana na Internet, pa je deo informacija i servisa postao dostupan sa strane preko Interneta. Izlaz na Internet učenicima škole omogućava pristup obilju tekstova na mreži, pristup dnevnoj štampi, dopisivanje preko e-maila. Na Slici 6.2 prikazan je izgled aplikacije Alfanum audio biblioteke.



Slika 6.2 – Alfanum audio biblioteka. [15]

6.4. PROJEKAT RAČUNARSKI REČNIK ZA SLEPE

Računarski rečnik za slepe je CD koji sadrži tekst iz knjige Kompjuterski priručnik za neupućene, koji je svojevremeno izdala Mikro knjiga. Ta knjiga sadrži objašnjenje oko 2.000 pojmova iz računarstva u po nekoliko rečenica. Ilustracije koje postoje uz neke od pojmova smo opisali u par rečenica i napravili odgovarajuće interfejse, posebno za slepe, a posebno za slabovide korisnike računara, prema zahtevima koje je generisalo Udruženje intelektualaca i umetnika oštećenog vida Srbije. Kada slepi ili slabovidi korisnik računara naiđe na nepoznati pojam, ne mora tražiti nekoga da mu to objasni – dovoljno je da potraži taj pojam u svom primerku Računarskog rečnika i on će mu biti naglas pročitao pomoću *anReader*a integrisanog na istom CD-u.

7. KINECT TEHNOLOGIJE I NJIHOVA PRIMENA U OBRAZOVANJU

7.1. ISTORIJAT

Depth sensing tehnologija zasnovana na Kinect rešenju osmišljena je 2006. godine od strane Zeev Zalevsky, Alexander Shpunt, Aviad Maizels i Javier Garcia.

Kinect je prvi put oglašen 1. juna 2009. godine na E3 2009 događaju pod kodnim imenom "Project Natal". Prateći *Microsoft* tradiciju korišćenja gradova kao kodnih imena, "Project Natal" je imenovan po Brazilskom gradu Natalu kao počast direktoru *Microsoft*-a Alex-u Kipman-u koji je brazilskog porekla, i koji je potpomogao projekat. Ime Natal je takođe odabrano jer sama reč "natal" ima značenje "rađanje", reflektujući na taj način *Microsoft*-ov pogled na projekat kao "rađanje nove generacije kućne tehnologije".

Kada je Kinect projekat otkriven na *Microsoft E3 Media Briefing*-u, tri demoa su prikazani: Rikošet, Zabava farbanja i "Milo & Kate". Takođe, van ove manifestacije, prikazan je još jedan demo poznat pod nazivom "Burnout Paradise". Tehnologija mapiranja skelete prikazana na E3 2009 pokazala je mogućnost istovremenog praćenja četiri osobe sa mogućnošću definisanja 46 skeletnih tačaka na ljudskom telu na 30Hz.

Postojala je priča da bi lansiranje projekta "Project Natal" bilo praćeno sa izdavanjem nove Xbox 360 konzole, ali je *Microsoft* odbacio te navode u javnosti i potvrdio da je "Project Natal" u potpunosti kompatibilan sa svim Xbox 360 konzolama[16]. *Microsoft* je ukazao da kompanija razmatra da projekat bude veoma incijativan i da pored kompatibilnosti sa postojećim konzolama, obezbedi lansiranje novog Xbox brenda pod nazivom "Xbox Live". Sam Kinect je smatran kao "novi Xbox" od strane *Microsoft*-ovog CEO Steve Ballmer-a, koji je to i izjavio na govoru za izvršne direktore u njihovom klubu u Čikagu. Kada je upitan da li će uvođenje produžiti vreme lansiranja nove generacije konzolne platforme (istorijski gledano, lansiranje nove platforme se uglavnom radi na svakih 5 godina), *Microsoft*-ov potpredsednik Shane Kim je potvrdio da kompanija smatra da će životni vek Xbox-a 360 trajati do 2015. godine (dakle, 10 godina nakon objavljivanja "Project Natal").

Tokom razvoja Kinect-a, članovi tima eksperimentalno su prihvatili brojne igrice za kontrolne šeme bazirane na Kinect-u kako bi potpomogli procenjivanje njegove koristi. Među tim igrama bile su i "Beautiful Katamari" i "Space Invaders Extreme", igre koje su bile demonstrirane na Tokio "Game Show" u septembru 2009. godine. Prema rečima kreativnog direktora Kudo Tsunoda, dodavanje kontrole bazirane na Kinect tehnologiji postojećim video igrama zahtevaće brojne izmene kodova, čineći neverovatnim da Kinect karakteristike budu dodate kroz softverska ažuriranja.

Iako je senzorska jedinica prvobitno planirana da bude sa mikroprocesorom, koji bi obavljao funkcije poput sistemskog mapiranja skeleta, otkriveno je u januaru 2010. godine da senzor ne mora da se sastoji od zasebnog procesora. Umesto toga, procesuiranje bi bilo vođeno od strane jednog od procesorskih jezgara Xbox 360 Xenon CPU.

Prema rečima Alex Kipman-a, Kinect sistem obuhvata oko 10-15% resursa Xbox 360. Međutim, u novembru iste godine, Alex Kipman je dao izjavu da "nova tehnologija kontrole pokreta zapravo zauzima jednocifren procenat procesorske moći Xbox 360 CPU-a, što je manje od prethodno definisanih 10-15%". Veći broj ljudi koji prate komentarisali su da ova količina procesorske moći koju zahteva Kinect čini sam projekat još neverovatnijim.

25. marta 2010. godine, Microsoft je najavio svetsku premijeru "Project Natal" za novo Xbox 360 iskustvo, na svom E3 2010 događaju. E3 2010. održan je na nedelju, 13. juna 2010. godine, u Galen centru i bio je praćen performansom cirkusa "Cirque du Soleil". Tada je i zvanično proglašeno da će sistem nositi ime Kinect, složenica dobijena od reči "kinetic" (prev.eng. kinetičko) i "connect" (prev.eng. povezati), što i opisuje ključne aspekte same inicijative. Microsoft je takođe najavio da je lansiranje Kinect-a za Severnu Ameriku zakazano za 4. novembar 2010. godine.

Uprkos prethodnim izjavama da neće morati nova konzola Xbox 360 da prati lansiranje novog sistema za kontrolu, Microsoft je takođe najavio da uvodi i redizajniranu Xbox 360, kompletnu, sa konektorom spremnim za povezivanje sa Kinect-om. Dodatno, u julu 2010. godine, Microsoft je najavio da će za lansiranje Kinect-a biti dostupan komplet sistem sa tom novom, redizajniranom konzolom.

U junu 2011. godine, Microsoft je najavio svoje zvanično izdanje svog SDK za nekomercijalnu upotrebu. U julu 2011. godine, Microsoft je najavio da će prvi beli Kinect senzor biti dostupan kao deo "Xbox 360 Limited Edition Kinect Star Wars Bundle", koji uključuje i prilagođenu konzolu i kontroler u temi "Star Wars", kao i kopije "Kinect Adventures" i "Star Wars Kinect". Prethodno, svi Kinect senzori bili su sjajno crne boje.

Oktobra 2011. godine, Microsoft je najavio lansiranje komercijalne verzije Kinect-a za Windows programe sa izdavanjem komercijalnog SDK (namenjenog kompanijama). David Dennis, menadžer u Microsoft-u, je rekao: "Postoje stotine organizacija sa kojima sarađujemo sa ciljem da odredimo šta je moguće postići sa tehnologijom".

U februaru 2012. godine, Microsoft je izdao komercijalnu verziju Kinect-a za Windows SDK i objavio da preko 300 kompanija iz više od 25 zemalja sveta rade na aplikacijama spremnim za Kinect.

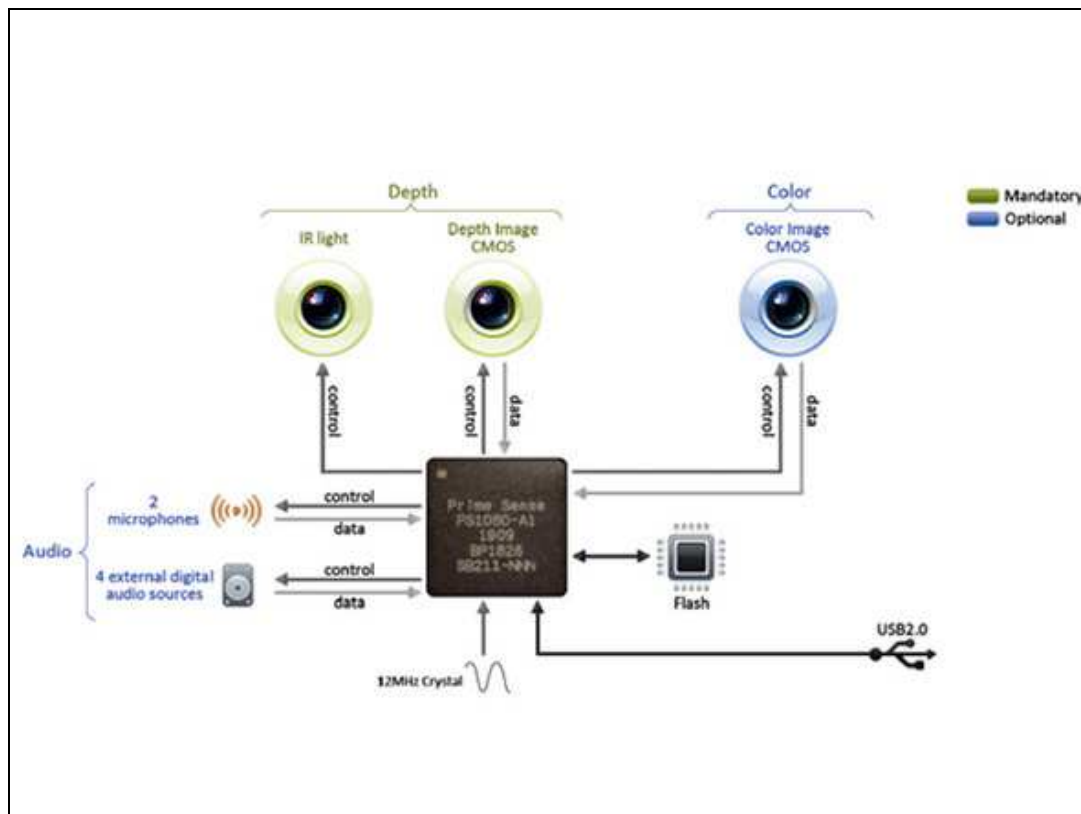
7.2. KINECT TEHNOLOGIJA

Revoluciju u industriji video igara donela je pojava nove konzole "XBOX360" koju je predstavio Microsoft. XBOX 360 je hardverski postao jači od Nintendo Wii konzole, koja je sve do 4. novembra 2010. godine jedina imala novi upravljački sistem, zasnovan na detektovanju

pokreta korisnika. Međutim pomenutog datuma zvanično je pušten u prodaju dodatak za XBOX 360, Kinect (slika 7.1). – uređaj koji se spaja na XBox360 i omogućava korisniku da interaguje sa konzolom bez ikakvog fizičkog kontrolera (džojstika).



Slika 7.1 - Kinect (Project Natal).



Slika 7.2 - Blok šema komponenti Kinect-a.

Kinekt je lansiran u Severnoj Americi, 4. novembra 2010, u Evropi 10. novembra 2010, u Australiji, Novom Zelandu i Singapuru 18. novembra 2010, i Japanu 20. novembra 2010. godine.

Ovaj *Microsoft*-ov dodatak (od nedavno i za *Windows*) je ušao u Ginisovu knjigu rekorda po broju prodatih primeraka u svetu. Kinect je u prvih 60 dana prodat u približno 133.333 primeraka dnevno.

"The fastest-selling gaming peripheral is Kinect for XBox 360, which sold through an average of 133,333 units per day in its first 60 days on sale from November 4 2010 to 3 January 2011."

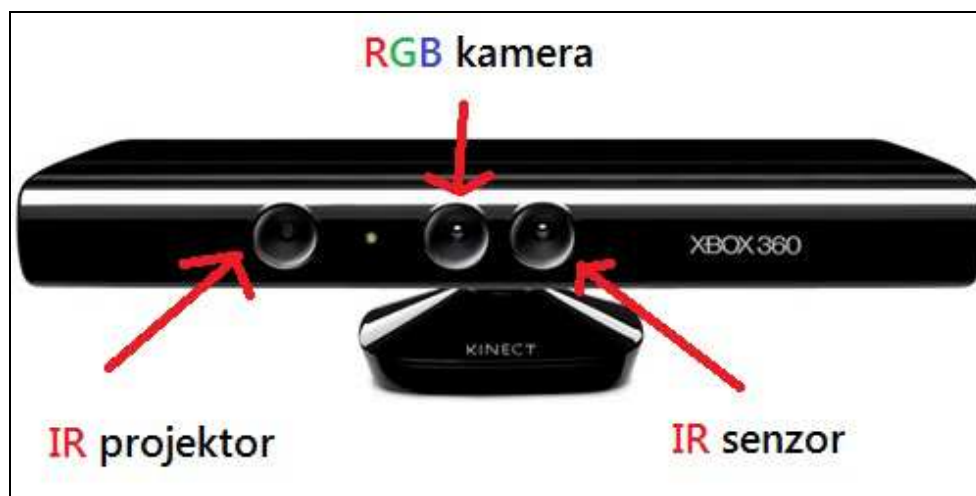
Sa hardversko-softverske strane, Kinect je plod kooperacije internog *Microsoft Rare* studija (softver) i *PrimeSense*, izraelske kompanije koja je vlasnik patenta za infracrvenu kameru sa daljinometrom. *Microsoft* je izdao Kinect opremu za razvoj softvera za *Windows 7*, 16. juna 2011. godine. Ovaj SDK će omogućiti programerima da razvijaju Kinect aplikacije u C++/CLI, C# ili Visual Basic .NET.

Kako bi se što bolje analizirao način rada ovog uređaja, može da se podeli u tri podsistema.

7.2.1. OPTIČKI PODSISTEM

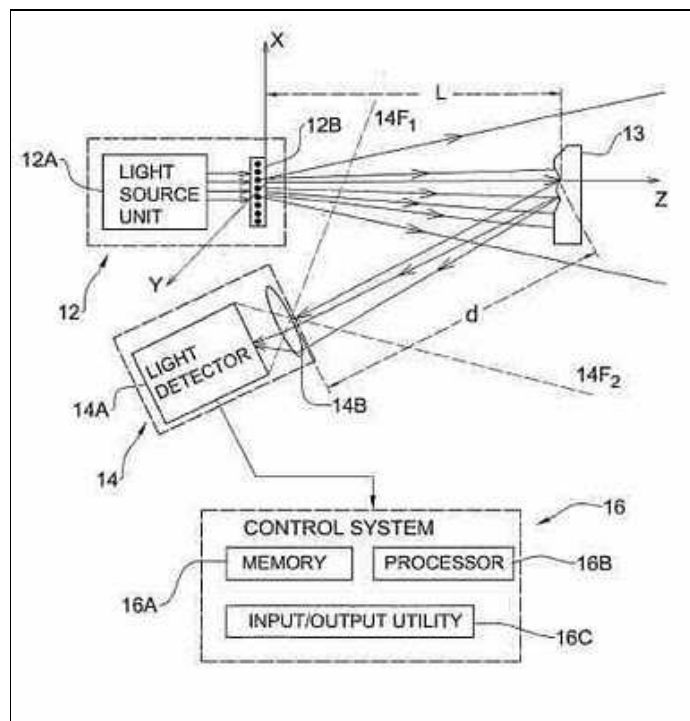
U samom srcu se nalazi sistem koji služi za 3D mapiranje okolnog prostora i prepoznavanje pokreta korisnika. Tehnika koja je bazirana na tome naziva se Struktuirana svetlost (*PrimeSense Structured Light Technology*).

Izraelska kompanija *PrimeSense* patentirala je tehnologiju koja omogućava 3D mapiranje prostora uz pomoć *struktuirane svetlosti*. Inženjeri *Microsoft-a* rešili su da implementiraju taj patent u svoj, prvobitno nazvani *Project Natal* uređaj, i to se pokazalo kao pun pogodak. Ono što Kinect-u omogućava da iskoristi tu ideju u potpunosti su sledeća dva optička uređaja: jedan projektor IR (infracrvene) svetlosti i jedan IR CMOS senzor (Slika 7.3). Na kraju, tu je i kamera u boji (RGB).



Slika 7.3 - Lokacije IR projektora i senzora na Kinect-u.

Projektor zasipa prostoriju i igrača fokusiranim IR snopovima, senzor posmatra scenu i detektuje promene, a zatim povratnu informaciju filtrira, sortira i šalje kontrolnoj logici (CPU, RAM, input/output) u konzolu na finalnu obradu. Primljeni podaci se obrađuju i formira se 3D mapa objekta.



Slika 7.4 - Detekcija struktura. [17]

Projektor, odnosno svetlosni izvor (laserska dioda) će propustiti infracrveni snop kroz neki optički element koji ima za cilj da difrakuje svetlost po objektima u okolnom prostoru u vidu malih "pegica" (eng. *speckle*) [17]. Preciznije, takav šablon (*pattern*) svetlosti će se projektovati u vidu prezicno matematički definisanih elipsi (gorepomenih "pegica"), a ta projekcija će, zahvaljujući optičkom elementu kroz koji je propušten laserski snop, imati osobinu da se geometrijske karakteristike elipsi projektovanih na objekat menjaju sa rastojanjem i oblikom tog gađanog objekta. IR senzor ima zadatak da snimi trenutni oblik pattern-a u prostoru i prosledi ga procesoru koji je zadužen za obradu podataka i konačno 3D mapiranje okoline. Procesor izračunava koordinate tačaka na površini objekta na osnovu varijacija u obliku i/ili veličini (promene u dimenzijama manje i veće ose u odnosu na ref. vrednosti) elipsi projektovanih na objekat. Da bi se dobio konačan rezultat, u proračunu može učestvovati i neki vid triangulacije između IR projektora, senzora i tačke u prostoru.

Na slici 7.5 praktično možemo videti kako projekcija "tačkastog" *pattern*-a izgleda u stvarnosti, a uz pomoć *night-vision* moda bilo koje kamere. Naravno, ovo nije moguće videti ljudskim okom, jer je frekvencijski spektar IR svetlosti ispod ljudskim okom vidljivog spektra elektromagnetnih talasa.



Slika 7.5 - Kinect u "night-vision" modu.

Bitno je još napomenuti da Kinect koristi 3 različite veličine "pegica" (elipsi) koje emituje na okolinu, i to u zavisnosti od daljine objekta, pa se definišu različiti regioni preciznosti 3D modela (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 - Regioni preciznosti 3D modela

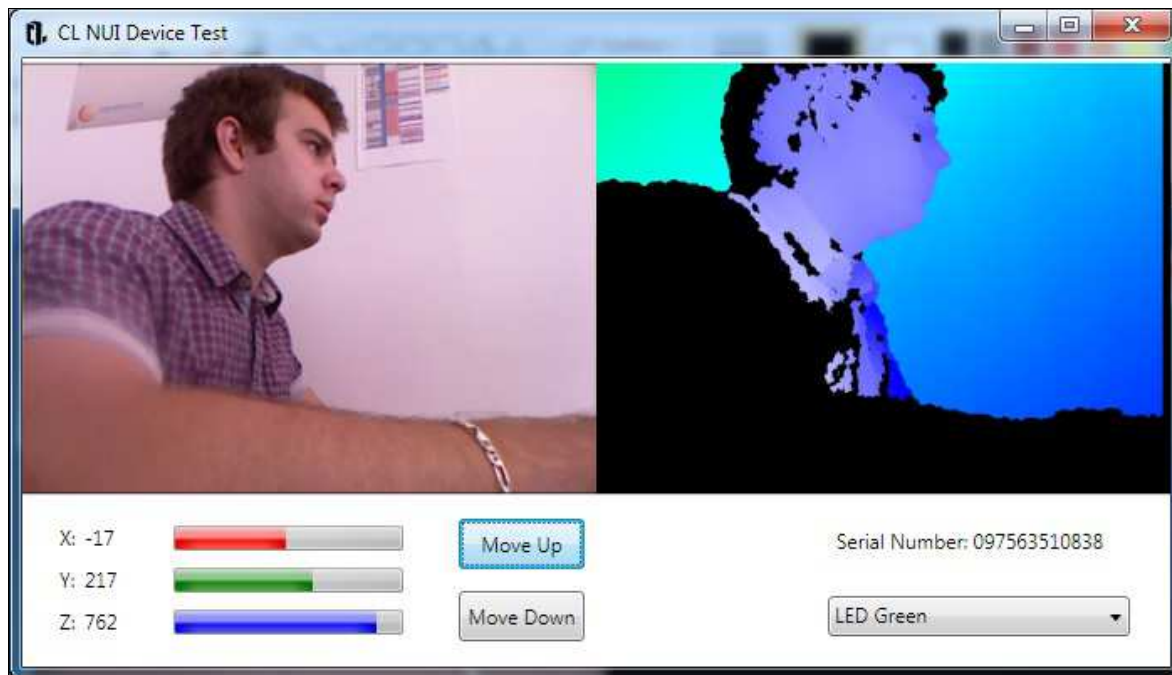
Region	Accuracy	Distance (meters - approx.)
1st	High	0.8 - 1.2
2nd	Medium	1.2 - 2.0
3rd	Low	2.0 - 3.5

Konačan *depth image* koji se dobija kao rezultat komunikacije između IR projektora, IR senzora i računarskog sistema uređaja. Boja svakog piksela predstavlja njegovu udaljenost u odnosu na Kinect. Tačnije, boje se smenjuju po sledećem redosledu:

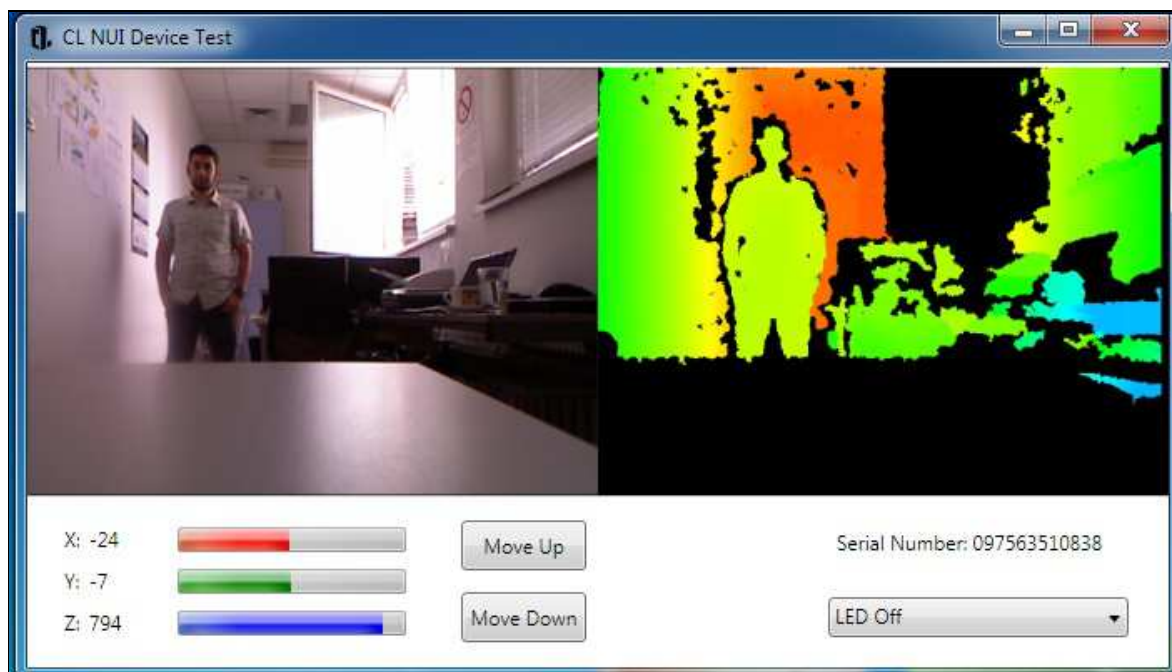
[bliže] bela -> crvena -> žuta -> zelena -> svetloplava -> plava [dalje]

Crnu boju imaju pikseli čija je udaljenost nedefinisana ili su isuviše blizu senzoru. Takođe postoje i drugi gradijenti boja kojim mogu da se predstave pikseli u prostoru, npr. crno-bela varijanta gde su svetliji pikseli dalji od uređaja, a tamniji bliži uređaju.

Po lansiranju, prepoznavanje zvuka bilo je moguće samo u pojedinim zemljama sveta – Japanu, Velikoj Britaniji, Kanadi i Sjedinjenim Američkim Državama. Zemlje Evrope ovu karakteristiku primile su tek kasnije, u proleće 2011. godine. Trenutno, funkcionalnost prepoznavanja glasa podržana je u Australiji, Kanadi, Francuskoj, Nemačkoj, Irskoj, Italiji, Japanu, Meksiku, Novom Zelandu, Velikoj Britaniji i Sjedinjenim Američkim Državama. Niz mikrofona Kinect senzora omogućava da Xbox 360 vrši lokalizaciju izvora zvuka i potiskivanje ambijentalnog šuma.



Slika 7.6 - Boje piksela koje predstavljaju udaljenost.



Slika 7.7 - Boje piksela koje predstavljaju udaljenost.

7.3. OPŠTA PRIMENA

Kinect tehnologija ima potencijal i izvan konzola za igranje, a i ohrabruje programere da počnu da kreiraju aplikacije koje koriste prednosti koje nudi ova tehnologija senzora pokreta.

Brojni programeri istražuju moguće primene Kinect aplikacija koje prevazilaze prvobitnu svrhu sistema – video igre. Na primer, Phillip Robbel sa MIT Univerziteta u Sjedinjenim Američkim Državama prvi je počeo sa kombinovanjem Kinect-a i projekta *iRobot Create* kako bi mapirao prostoriju u 3D i omogućio robotu da koristeći ljudske pokreteza kretanje po sobi. Sa druge strane, MIT Media Lab tim radi na ekstenziji Java script-a za Google Chrome koja se naziva *depthJS*, a koja omogućava korisnicima da kontrolišu Internet pretraživač sa pokretima svojih ruku. Drugi programeri, uključujući i *Robot Locomotion* grupu sa MIT Univerziteta koriste drajvere za razvoj korisničkog interfejsa za kontrolu pokreta sličan onom koji je prikazan u takoreći vizionarskom filmu *Minority Report*. Programeri MRPT-a (eng. Mobile Robot Programming Toolkit) integrisali su *open source* drajvere u svoje biblioteke i omogućili primere žive 3D obrade slike i osnove 3D vizuelnog SLAM (eng. Simultaneous Localization And Mapping). Drugi tim je prikazao primenu koja omogućava korisnicima Kinect-a da sviraju virtuelni klavir tako što tipkaju prstima po praznom stolu. Oliver Kreylos, istraživač pri Univerzitetu Kalfornija, usvojio je tehnologiju kako bi poboljšao 3D živu videokonferenciju, za koju je i NASA (eng. National Aeronautics and Space Administration) pokazala interesovanje.

Alexandre Alahi iz EPFL (fr. *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*) predstavio je sistem za video nadzor koji kombinuje višestruke Kinect uređaje za praćenje grupa ljudi čak i u potpunom mraku. Kompanije *So touch* i *Evoluce* razvile su softver za prezentacije za Kinect koji može biti kontrolisan pokretom ruku; među brojnim karakteristikama je i mogućnost tzv. *Multi-touch* moda zumiranja. Decembra 2010. godine, lansirana je besplatni HTPC softver *KinEmote* (HTPC – eng. *Home Theater PC*). On omogućava navigaciju Boxee i XBMC menija korišćenjem Kinect senzora. Soroush Falahati kreirao je aplikaciju koja može da se primeni u stereoskopnim 3D slikama sa Kinect senzorom.

Tokom određenog vremena u Maju 2011. godine, jedna prodavnica u Moskvi postavila je tzv. Kincet kiosk koji je mogao da interaktivno prikaže kolekciju haljina pred potencijalnim kupcima. Kroz automatsko praćenje, pozicija i rotacija virtuelnih haljina bila je ažurirana čak i kada su se kupci okretali da vide zadnji deo odeće.

Kinect takođe pokazuje dosta potencijala i u oblasti medicine. Istraživači Univerziteta Minesota, u Sjedinjenim Američkim Državama, koristili su Kinect za merenje raznih opsega nepravilnosti kod dece, tako kreirajući nove načine objektivne procene pri detekciji stanja poput autizma, poremećaja pažnje i opsesivno kompulsivnih poremećaja. Nekoliko grupa je prijavilo da koristi Kinect za intraoperativni pregled medicinskih snimaka, omogućavajući tako da se u hirurgiji dobiju informacije bez kontaminacije pacijenta. Ova tehnika se već primenjuje u „*Sunnybrook Health Sciences Centre*“ u Torontu, Kanada, gde je doktori koriste tokom operacija. Najmanje jedna kompanija, *GestSure Technologies*, želi da komercijalizuje ovakav sistem.

7.4. PRIMENA KINECTA ZA POMOĆ SLEPIMA PRILIKOM KRETANJA

Uprkos impresivnom napretku u računarskoj i video tehnologiji, osobe sa veoma ozbiljnim vidnim oštećenjima su i dalje najčešće opremljeni samo sa najosnovnijom tehnologijom – štapom.

U skladu sa Američkom Fondacijom za slepe, broj prijavljenih slepih osoba u Sjedinjenim Američkim Državama je oko 1,3 miliona, a ukupan broj slepih i slabovidnih osoba je oko 10 miliona (od toga oko 100 000 studenata). Ovaj broj raste sa povećanjem prosečne starosne granice u SAD i širom sveta. Ukoliko je moguće obezbediti pouzdano i robusno

vizionarsko rešenje za slepe osobe, primenom nove tehnologije, pri pristupačnoj ceni, to bi dalo izuzetan uticaj na život istih. Cilj ovog projekta je razvoj nosivog kompjuterizovanog sistema koji pomaže slepima i osobama sa oštećenim vidom da detektuju ljude i objekte.

Slepe i osobe sa oštećenim vidom susreću se sa brojnim izazovima. Jedan od najčešćih je nemogućnost detekcije objekata na njihovom putu kretanja.

Postoje brojne grupe koje su koristile razne 3D vizuelne tehnike za rešavanje problema detekcije objekata za pomoć slepim osobama. Zollner i Huber dizajnirali su vibrotaktilski pojas oko struka iz AR-Toolkit-a, koristeći *Microsoft* Kinect kameru. Tyflos je prototip uređaja koji se sastoji od dve male kamere, mikrofona i slušalica, svih zajedno montiranih u par tamnih naočara i povezanih na nosivi PC za slepe osobe. Celokupna ideja bazira se na detekciji promena u 3D okruženju spajanjem dometa i slika snimljenih kamerama i kreiranjem 3D prezentacije okruženja.

Meers i Ward predložili su elektro-taktilski stimulativni pristup sa stereo video kamerama i GPS sistemom koji omogućava korisniku korisnu 3D percepciju okruženja bez upotrebe čula vida. Autori su koristili Kinect sensor na kotrljajućem “indoor” servisnom robotu kao inicijalnu podršku. Robot koristi metričku mapu za zidove u okruženju i manipuliše “depth” informacijama koje daje Kinect kamera radi detekcije zidova i lokalizacije samog sebe u okruženju.

Dakopoulos i Bourbak imaju cilj da postignu izbegavanje prepreka i navigaciju u spoljnim okruženjima uz pomoć vizuelnih senzora, GPS sistema i elektrotaktilne simulacije.

Chen i Aggarwal predlažu šemu podele primenom Kinect-a za razlikovanje osobe od njegovog/njenog okruženja, i izvlačenje celokupnih kontura figura baziranih na tački detekcije.

Drishti koristi precizni sistem za pozicioniranje, bežičnu konekciju, nosivi kompjuter i interfejs za govornu komunikaciju za vođenje slepih korisnika i pomoći im da se kreću u poznatim i nepoznatim okruženjima nezavisno i sigurno.

Sistem opisan detektuje najbliže prepreke preko stereoskopskog sonarnog sistema i šalje vibrotaktilske odzive radi obaveštavanja korisnika o njihovom položaju, time pomažući mobilnost slepih i slabovidih osoba, nudeći im nove čulne mogućnosti.

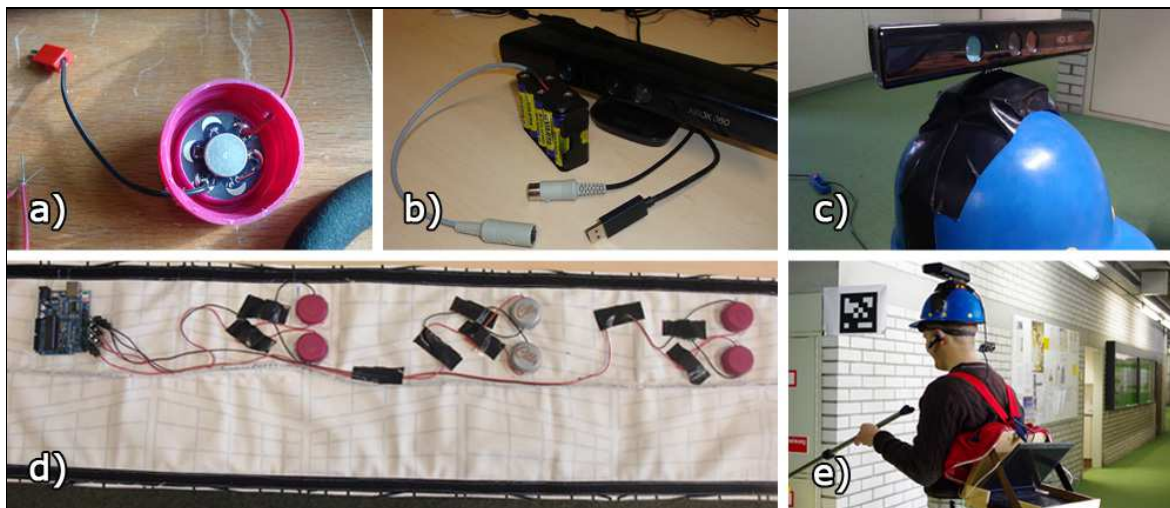
Snalaženje u prostoru je zadatak koji je kognitivno zahtevan i prilično podložan greškama za osobe sa oštećenim vidom. Od strane Long i Hill-a opisan je kao “proces navigacije kroz okruženje i putovanje na mesta relativno direktnim putanjama”. Kao takav, duboko zavisi od “osećanja trenutnog okruženja radi spoznaje prepreka” i “navigacije ka udaljenim destinacijama iza trenutno perceptivnog okruženja”. Ova dva aspekta snalaženja u prostoru nazivaju se i mikro-navigacija i makronavigacija.

Iako su oba aspekta deo uspešnog snalaženja u prostoru, postoji samo nekoliko sistema koji pokušavaju da ih integrišu (na pr. [1, 7]). Ovi sistemi uglavnom pokušavaju da njihovim korisnicima zamene ograničene ili odsutne vizuelne mogućnosti dajući im pomoćni odziv preko različitih senzorskih kanala. Zvuk i govor su verovatno najčešće korišćeni senzorski kanali u ovom domenu. Međutim, kako su auditorni signali iz okruženja veoma bitni za osobe sa oštećenjem vida, akustični odzivi moraju da se koriste veoma oprezno i čak nisu prigodni za apsolutno sve situacije. Posebno kada se koristi kontinualni odziv – koji je veoma bitan u scenarijima mikro-navigacije, poput detekcije prepreka – akustični odziv može da postane veoma naporan i da odvlači pažnju korisnicima od prirodnog auralnog okruženja. U scenarijima makro-navigacije, govorni odziv – sličan onom u navigacionim sistemima za automobile – deluje kao razuman izbor. Međutim, kako različiti korisnici različito interpretiraju ove signale, nije jednostavno dati jedinstvene navigacione instrukcije. I gore, rezultati mogu da se razlikuju ukoliko su navigacione instrukcije date od strane osoba bez oštećenja vida umesto onih sa

oštećenjem. Alternativa je vibrotaktilni odziv koji se koristi u navigacione svrhe na različite načine, od vibrirajućih navlaka za ruke, do sistema “lupkanja po ramenu”. Kako su vibrotaktilni signali manje osetljivi od zvuka i govora, oni deluju kao odgovarajuća alternativa za kontinualne odzive. Tako naš sistem upošljava hibridni pristup koji udružuje sintetizirane govorne instrukcije za makro-navigaciju sa vibrotaktilnim odzivom za mikro-navigaciju koristeći samo pristupačnu tehnologiju.

7.4.1. OPIS SISTEMA

Cilj dizajna je kreirati sistem koji omogućava i/ili olakšava i mikro-navigaciju i makro-navigaciju. Za te potrebe korišćeni su Microsoft Kinect senzor, vibrotaktilni pojas oko struka sa Arduino LilyPad1 vibrirajućim pločama i jednostavna konstrukcija ranca za leđa u kome se nosi laptop sa omogućenim brzim *debugging*-om (Slika 7.8 (e)). Za detekciju trenutnog okruženja, urađena je reverzija standardnog operativnog principa Kinect-a. Umesto statičkog Kinect-a koji prati objekte u pokretu, sada se radi praćenje statičkog okruženja sa pokretnim Kinect-om lociranim na glavi korisnika (Slika 7.8 (c)). Za napajanje mobilnog Kinect-a korišćeno je 12V pakovanje baterija koje traje oko 5 sati efektivnog testiranja (Slika 7.8 (b)). Vibrotaktilni odziv je omogućen pojasem za struk koji sadrži tri para Arduino LilyPad vibrirajućih ploča (Slika 7.8 (a)). One su fiksirane u plastičnim posudama za uvećanje primljene vibracije (Slika 7.8 (d)). Govorni odziv je omogućen klasičnim Bluetooth slušalicama za mobilne telefone (Slika 7.8 (e)).



Slika 7.8 - (a) LilyPad vibrirajuća ploča u plastičnoj posudi. (b) Mobilna Kinect kamera sa baterijama (c) Kinect šlem. (d) Vibrotaktilni pojas oko struka. (e) Kompletna oprema sa rancem.[19]

Mikro Navigacija – Za razliku od Lee-ja, koji koristi vibrotaktilne signale za kodovanje navigacionih instrukcija, ovde su oni korišćeni za obaveštenje korisnika o prisustvu osoba ili drugih prepreka u njihovom okruženju, time omogućavajući sigurnu mikro-navigaciju. Erp je pokazao da kodovanje rastojanja na vibrotaktilnom displeju je realizovano najbolje sa privremenim blok šemama umesto promenama u frekvevnciji ili amplitude[19]. Bazirano na nekoliko informativnih procena sa različitim signalima rastojanja, odlučeno je da se radi jednostavno ali robusno kodovanje rastojanja sa samo tri različita odziva: nedostatak odziva znači nema prepreka, 500ms pulsirajuća vibracija za signalizaciju prepreka na 1-2m rastojanja i

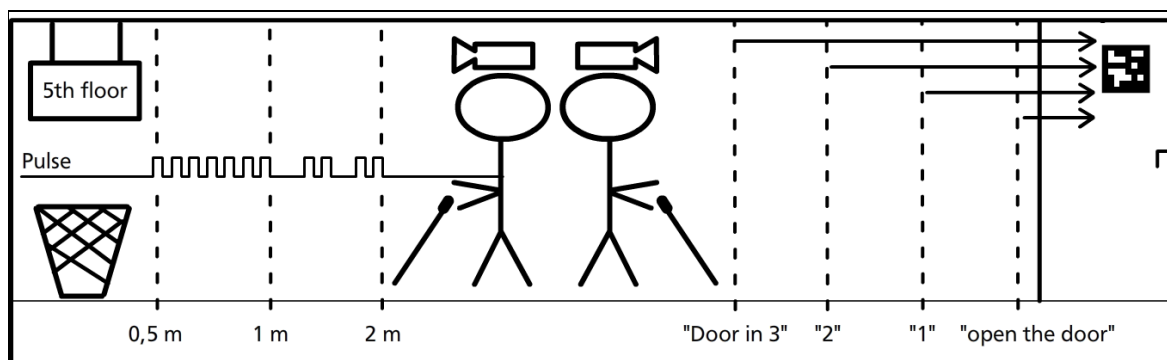
kontinualna vibracija za signaliziranje prepreka bližih od 1m (Slika 7.9). Erp je takođe istražio da prostorna informacija je najefektivnije kodovana primenom vibrotaktilnih signala na različite lokacije tela. Stoga su vibrirajuće ploče locirane na levoj, desnoj i središnjoj strani struka korisnika, kako bi se dale indikacije u kom smeru je prepreka locirana. Za razliku od Cardin-a, čiji se rad bazira na detektovanju samo najbliže prepreke, ovaj sistem može da detektuje najbliže prepreke u svim pravcima, i levo, i desno i pravo u odnosu na Kinect-ov vidokrug. Softver za procesuiranje signala i kontrolu vibrirajućih ploča implementiran je kroz C#/.NET i koristi upravljivi OpenNI framework2.

Prepreke u svakoj od regija identifikuju se histogramom dubine. Pretpostavka je da su veliki objekti i objekti u blizini opasni za osobe. Stoga, algoritam za detekciju prepreka pomera dubinu prozora od 120mm sa leva na desno (respektivno blizu ka daleko) preko histograma i staje, ukoliko je oblast pikselizacije te dubine da prozor prevazilazi određenu oblast praga (približno 4% regije). Prosečna vrednost trenutne dubine prozora se mapira na puls vibrirajuće ploče. Ukupan minimalistički dizajn vibrotaktilnog odziva (3 kanala odziva, svaki sa 3 različita signala) baziran je ne nekoliko iteracija sa informacionim eksperimentima, gde se korisnici osećaju dosta udobnije i daju bolje rezultate sa manje senzorskih informacija. Tako se može odabrati da se minimalizuje kompleksnost odziva čime se takođe minimalizuje kognitivno opterećenje korisnika.

Makro-Navigacija – U ovom eksperimentu korišćen je glas kao mehanizam odziva za makro-navigaciju[19]. Kako su navigacione instrukcije veoma kratke (recimo “skrenite levo”) i ne dešavaju se kontinualno, one se samo malo mešaju sa zvucima okruženja. Ovo pristupačno rešenje koristi štampane uvećane oznake (Slika 7.8 (e)), koji mogu biti korišćeni za obeležavanje tačaka od interesa na željenoj ruti. Markeri (obeležene tačke) detektuju se preko Kinect-ove RGB kamere korišćenjem upravljivog ARTToolkitPlus3. Integracijom informacije o dubini od Kinect-a, obezbeđuju se različite navigacione instrukcije bazirane na rastojanju osobe od markera. Na primer, kada se osoba kreće prema vratima, instrukcije bi bile sledeće:

- “Vrata na 3, 2, 1”.
- “Otvorite vrata”. (Slika 7.9).

Ovaj pristup ima manu u tome što svaka ruta mora da bude zasebno analizirana. Dok je napor da se kreira i održi takav sistem za relativno pozicioniranje mnogo veći od onog za apsolutni pozicioni sistem poput GPS-a, sa druge strane ima esencijalnu prednost u tome što je sistem dostupan i unutar objekata.



Slika 7.9 - Vibrotaktilne navigacione instrukcije zavise od rastojanja do prepreke (leva strana) ili oznake (desna strana).[19]

U ovom delu predstavljen je sistem koji olakšava mikro i makro-navigaciju za osobe sa oštećenim vidom. Plan je iterativno poboljšati ovaj koncept u budućnosti: (1) Posmatranjem korisnika koji ne hodaju pravo i često ne mogu da dođu do oznaka s prednje strane ali iz različitih uglova. Ovo je rezultovalo u tome da neke navigacione instrukcije budu beskorisne, jer su bile realizovane za frontalne pristupe. Budući rad na ovom polju bi trebalo da prihvati navigacione instrukcije iz ugla iz kog korisnik prilazi (2). Ovo bi pomoglo da se smanji količina odziva sistema u pretrpanim okruženjima i moglo bi sprečiti korisnike da ne postanu senzorski i kognitivno preopterećeni (3). Finalno, plan je sprovesti studiju sa osobama koje imaju oštećenje vida kako bi se procenile navigacione instrukcije i vibrotaktilski signali. Dalje studije bi mogle da otkriju koliko je NAVI porediv sa konvencionalnim sistemima u smislu navigacione efektivnosti, efikasnosti i kognitivnog opterećenja.

Takođe ranije ove godine, istraživači Eric Berdinis i Jeff Kiske, računarski inženjeri u školi za Inžernjerstvo i primenjene nauke, udružili su se radi primene rešenja visoke tehnologije za potrebe osobama sa oštećenjem vida koja je do tada imala primenu samo u okviru video igara[20]. Poznata pod imenom Kinecthesia, to je kamera koja se nosi oko struka i koja korisnicima daje odziv o njihovom trenutnom okruženju putem direktni vibracija.

Iako je takoreći tek izašla iz radionice, Kinecthesia već uzburkuje javnost: odabrana je za jedan od 10 projekata za Google-ovu Zeitgeist Young Minds konferenciju, koja ističe mlade inovatore. Berdinis i Kiske započeli su projekat kao svoj finalni rad kod profesora Rahul Mangharam-a u okviru njegovog predmeta “embedded systems”. Sa zadatkom da kreraju medicinsko pomagalo, duo je krenuo da istražuje Microsoft Kinect, kontroler za video igre koji koristi višestruke kamere da translira žive pokrete igrača u akcije na ekranu.

Prepoznajući mogućnost Kinect-a da translira detalje o okruženju u digitalnu informaciju kao put ka visoko-tehnološkom napretku od klasičnog štapa, time je počeo da razmišlja kako integrisati opremu u uređaj koji može da se nosi. Stavljajući kamere za govor na BeagleBoard, minijaturni prilagodljivi kompjuter u srce sistema, bio je prvi korak.

“Kinect prvobitno nije namenjen da radi bilo šta osim sa Xbox-om, pa je modifikacija koda da bi radio na ovom procesoru bio najveći izazov” rekao je Berdinis. Iako je Kinect veoma dobar za određivanje udaljenosti objekata, odlučujući izazov je bio kako dopremiti te informacije korisniku. “Nismo želeli da preopteretimo korisnika sa audio oprmeom ili vibracionim motorima preko pojasa” kaže Berdinis. “Kroz probe i greške, otkrili smo da su tri signalizacije zone sasvim dovoljne.” Tri signalizacije, pozicionirane levo, desno i na sredini, započinju vibriranje kada objekti postanu dovoljno blizu da mogu potencijalno da naškode korisniku i povećavaju vibracije kako se objekat sve više bliži.

Berdinis i Kiske nastavljaju rad sa Kinecthesia-om; kontakte koje su stekli preko Google-ove konferencije omogućile su im saradnju sa društvom za pomoć osobama sa oštećenjem vida i da nastave doterivanje svog sistema do nečega što će biti proizvod koji menja živote na bolje.

7.4.2. PRIMER EKSPERIMENTA SA KINECT-OM

Kinect može i već jeste primenjen kao alat za pomoć slepim i osobama sa oštećenim vidom da detektuju posobe i objekte na svojoj putanji kretanja. Asus-ov Xtion Pro Live je sensor koji ima mogućnost analize i RGB i “depth” slika u realnom vremenu. Kombinujući RGB kameru i “depth” sensor, Xtion Pro Live nudi čitav niz mogućnosti uključujući i hvatanje pokreta, prepoznavanje i detekciju objekata, facijalno prepoznavanje, prepoznavanje galas, 3D mapiranje i druge mogućnosti koje su osnova i zahtev za postizanje ideje ovog projekta. Dalje, može da bude napajan preko USB napajanja, što rezultuje u idealnom senzoru za nosivi sistem.

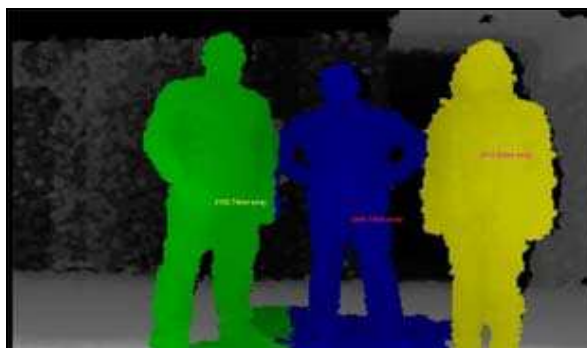
Ove navedene mogućnosti mogu da se sjedine čineći tako robusni sistem za vođenje koji bi mogao da pomogne slepima u obavljanju svakodnevnih aktivnosti. Na primer, kretanje hodnikom, detekcija i izbegavanje prepreka, prepoznavanje osobe ili objekta, pronalaženje određene putanje, i brojne druge, sve to bez pomoći psa za slepe (što može da bude veoma skupo rešenje) ili pak štapa.

Xtion Pro Live je kreiran za video igrice, tako da u većini svojih primena, sensor je stacionaran. U ovom eksperimentu, do 3 osobe mogu biti identifikovane primenom OpenNI framework-om, ukoliko je sensor stacionaran. Međutim, ukoliko je sensor u pokretu dok se korisnik kreće, veoma je teško primeniti postojeće funkcije OpenNI framework-a za detekciju i praćenje ljudi. Bilo bi interesantno istražiti temu identifikacije i praćenja ljudi dok je sensor u pokretu. Ovaj rad pretpostavlja da je sistem stacionaran kada korisnik želi da identifikuje ljude, a kada se korisnik kreće, sistem prelazi u drugi mod - detekciju i izbegavanje prepreka.

Za detekciju osoba koristi se OpenNI framework od Xtion Pro Live. Pokazala se mogućnost prepoznavanja broja osoba i njihovi relativni položaji u realnom vremenu u milimetrima (mm). Za poboljšanje sistema, integrisan je i konfigurisan OpenNI framework sa OpenCV, kompjuterska vizuelna biblioteka tipa “open source”. Program se sastoji od nekoliko ključnih komponenti:

1. Generisanje i prikaz “depth” i RGB informacija primenom OpenNI framework-a, koji pruža programerski interfejs API (eng. Application Programming Interface), za pisanje aplikacija primenom interakcije u prirodi. Ono pokriva komunikaciju sa vizuelnim i audio senzorima, ako i “middleware” rešenja visokog nivoa (na pr. vizuelno praćenj primenom kompjuterskog vida).
2. Praćenje ljudi i procena rastojanja i pozicija u 3D prostoru. Za praćenje i priocenu koristi se “depth” vrednost i displej na torzu korisnika.
3. Kreiranje OpenNI podataka (“depth” i RGB) pristupačni i kompatibilni sa OpenCV (RGB u BGR konverzija)

Slika 7.10 prikazuje jedno od rezultata detekcije, gde su detektovane tri osobe. Da bi se pokazalo da algoritam može da razdvoji svaku osobu u pozadini koristi se posebna boja za svaku osobu koju algoritam detektuje.



Slika 7.10 - “Depth” podaci: praćenje ljudi. Svaki obojeni region predstavlja sliku jedne osobe i 3D lokacija centra svake osobe označena je na regionu svake osobe. [21]

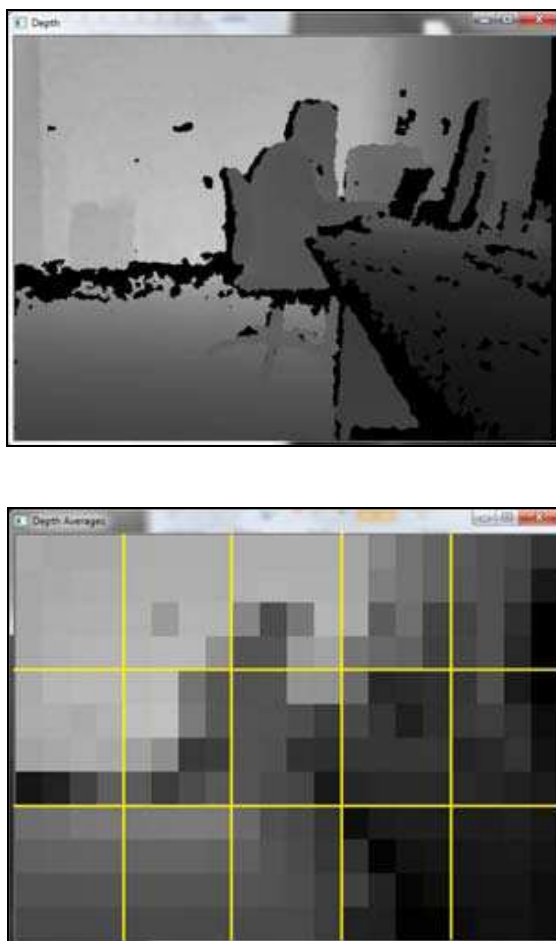
Na osnovu ovog rezultata, ovaj sistem može da obavesti slepog korisnika o broju osoba koji bi se nalazili u njegovom vidokrugu, kao i njihova respektivna rastojanja i položaji (u milimetrima). Na taj način korisnik stiče znanje o ljudima ispred sebe. Ova informacija može i da se dostavi korisniku primenom “text-to-speech” funkcije preko slušalica.

7.4.3. DETEKCIJA I IZBEGAVANJE PREPREKA

Algoritam za detekciju prepreka radi prvenstveno na komponenti “depth” iz RGBD podataka. U budućnosti, planirno je da se informacija o “depth” spoji sa informacijom o bojama radi poboljšanja performansi sistema za detekciju prepreka. Radi poboljšanja efikasnosti, originalni opseg od 640 (H) x 480 (V) deli se u blokove od 32 (H) x 40(V) pixela (Slika 7.11). Na ovaj način, svaki blok se sastoji od 1280 piksela, što rezultuje u ukupno 20x12 blokova celokupnog vidnog polja, i računa se prosečna “depth” u okvir svakog bloka. Zatim, ima dalje grupisanje tih 20x12 blokova u 5x3 regije gde svaka regija sadrži 4x4 bloka. Horizontalno, postoji 5 pravaca: sredina, levo, daleko levo, desno, daleko desno, dok vertikalno postoji 3 pravca: vrh, sredina, dno. U svakoj regiji, uzima se prosek 16 blokova za definisanje metrike izbegavanja prepreke u regiji. U ovom eksperimentu, sortira se 16 prosečnih dubina i računa se prosek (Z) deset srednjih vrednosti. Zatim, metrika prepreka se računa po formuli [21]

$$M = Z/Z_m,$$

gde je Z_m minimalna dubina na kojoj objekat može da bude u odnosu na korisnika. U ovom eksperimentu, Z_m je setovano na 1m. Nakon toga, metrika za prepreku se računa za svaku regiju, zatim za svaki pravac, i najveća od tri metričke vrednosti se definiše kao metrika prepreke za taj pravac. Ta metrika definiše se kao M_d , gde je $d = (-2, -1, 0, 1, 2)$, što predstavlja daleko levo, levo, sredina, desno, daleko desno, respektivno.

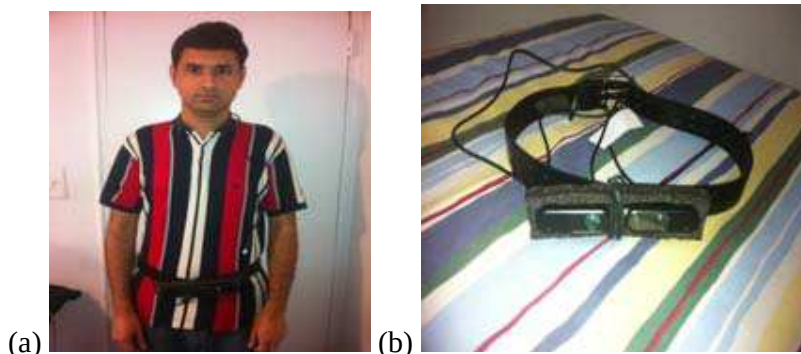


Slika 7.11 - Detekcija prepreke u 5x3 regijama. [21]

Koriste se dva pristupa u upitu slepih korisnika o preprekama. U prvom, primenjen je naivan pristup, gde se korisnik obaveštava da se kreće u pravcu za koji postoji najmanja verovatnoća prepreke. Problem kod ovog pristupa je taj što mogu da se dese česte promene pravaca kretanja, i ukoliko dva pravca imaju iste verovatnoće, onaj koji je prvi proglašen za sigurnim, biće preferabilan (među više pravaca, onaj “daleko levo” uvek će imati primat). Drugi pristup, sa ciljem da kretanje bude jednostavnije, koristi se ažuriranje informacije o pravcu bazirano na prethodnom pravcu, tražeći od korisnika da se kreće u pravcu koje je još uvek bezbedno. Ovim se eliminiše problem da se uvek preferira ruta “daleko levo”.

Xtion Pro Live instaliran je na pojasu radi testiranja[21]. Prototip sistema uključuje tri modula (Slika 7.12), a to su Xtion Pro live (Kinect), oprema oko pojasa za montažu Kinect-a, laptop za procesuiranje i prenos podataka i ranac za nošenje laptopa sa slušalicama preko kojih se daju instrukcije korisniku. Izvršeno je testiranje sa pet slepih korisnika koji se kreću u zatvorenom okruženju, kako bi se proverili efikasnost i robusnost ovih algoritama i pristupa.

Slika 7.13 prikazuje scenu gde su korisnici zamoljeni da krenu od početne tačke ka krajnjoj tački jedne putanje. Slika 7.14 prikazuje pravce kretanja četiri korisnika po instrukcijama sistema primenom pristupa “korak po korak”. Vidi se sa slike da kretanje i nije previše jednostavno i elegantno. Sa druge strane, na Slici 7.15, prikazano je kretanje svih pet korisnika kojima je sistem davao instrukcije za kretanje po sistemu “ažuriranje pravca kretanja”, gde su putanje dosta jednostavnije.

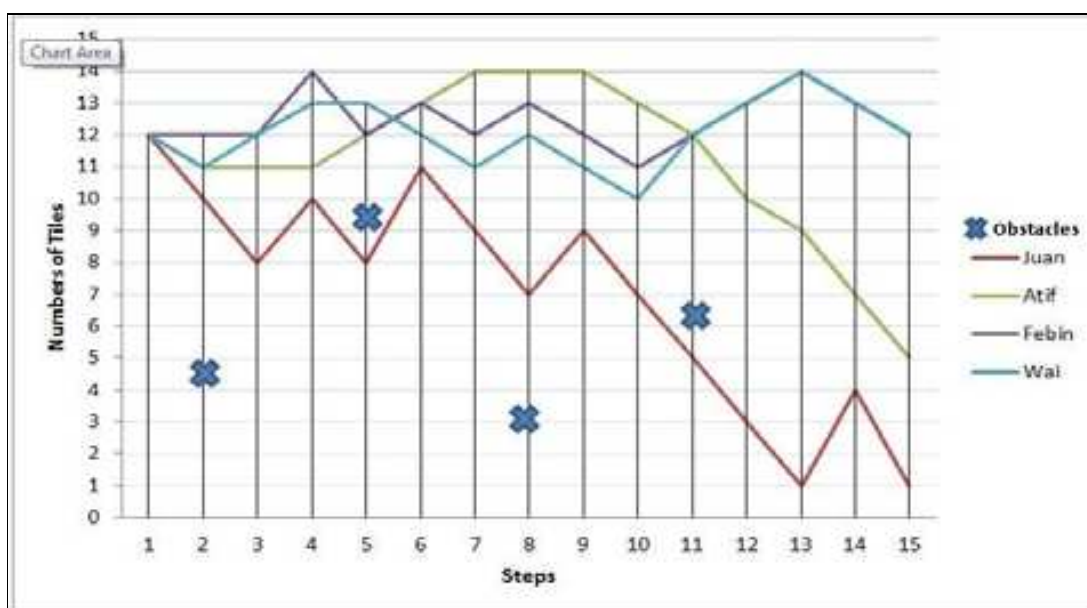


Slika 7.12 - Xtion Pro Live - oprema oko pojasa

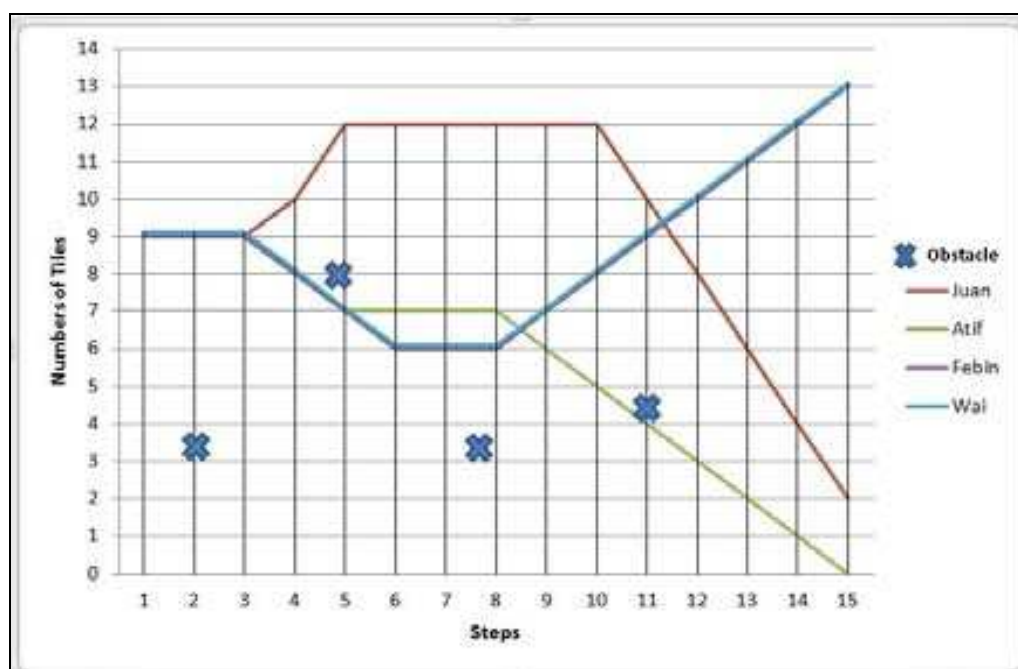


Slika 7.13 - Scena kretanja u unutrašnjem ambijentu sa označenom očekivanom putanjom.[21]

Grafik na Slici 7.14 predstavlja putanje izbegavanja prepreka četiri slepa korisnika koristeći prvi pristup. U ovom dijagramu, označeni delovi predstavljaju četiri različita objekta koja su prisutna: dve kante za smeće i dve korpe za otpatke. X osa prikazuje korake kretanja, pri čemu svaki korak pokriva 2.25cm pločice. Y osa pokazuje stvaran broj pločica do objekta. Koordinate (1, 12) predstavljaju početnu tačku; pogled o dove tačke vidi se na Slici 7.13. Promene predstavljaju direktne pokrete koje je sistem tražio od korisnika kako bi izbegao prepreke. Vidi se u ovom pristupu “korak po korak” da je algoritam favorizovao levu stranu kretanja od desne. To je razlog što neke putanje imaju više kretanja na levo od drugih.



Slika 7.14 - Realne putanje četiri korisnika primenom “korak po korak” pristupa.[21]



Slika 7.15 - Realne putanje korisnika primenom pristupa “ažuriranje pravca kretanja”.

Grafik na Slici 7.15 prikazuje rezultate eksperimenta koji koristi pristup “ažuriranja pravca kretanja”. Ovaj grafik prikazuje da je pravac kretanja po sredini predložen korisniku, sve dok se ne detektuje prepreka na putu. Odavde može da se donese zaključak da je ovaj pristup bolji od prethodnog jer ne traži od korisnika da se kreće levo-desno ukoliko prepreka nije detektovana.

7.5. PRIMENA DEEP-SENSING TEHNOLOGIJE U OBRAZOVANJU

Može da se izvuče zaključak da razvoj informatičkih tehnologija neprekidno postavlja nove granice, pa se neminovno postavlja pitanje do koje su mere zastupljene ove tehnologije u obrazovnom procesu. U daljem tekstu su opisane mogućnosti primene Kinect tehnologije u nastavi. Takođe, predložene su i eventualne poteškoće koje mogu nastati upotrebom ove tehnologije novije generacije koja ima potencijal da postane jako bitna za obrazovni proces.

Potencijal koji Kinect ima kao uređaj za praćenje pokreta u obrazovanju je veliki[18]. Kinect može da podrži kinestetičku pedagošku praksu kako bi učenici razvili veću telesnokinestetičku inteligenciju. Iako olakšava stvaranje smislene interakcije u učionici, Kinect tehnologija se mora integrisati sa računarom, projektorom i kompatibilnim softverom. Sa aspekta alata za učenje, zbog više tipova interakcije koje podržava, Kinect ima potencijal da poboljša interakciju u učionici, poveća učestvovanje učenika u nastavi, poboljša sposobnosti nastavnika da prezentuje i upravlja multimedijalnim materijalima i da kreira mogućnosti za interakciju i diskusiju. Kao sredstvo za učenje, Kinect može da kreira dopadljive i zanimljive tipove interakcije, poveća motivaciju učenika i da promoviše učenje preko svojih multimedijalnih i multisenzornih mogućnosti. Kao dodatak, učenici mogu koristiti telesne informacije dobijene od Kinect-a da bi kreirali visoko interaktivne multimedijalne radove. Međutim, implementacija Kinect-a u učionicama ima tehnička ograničenja, kao što su veliki prostor koji zahteva, nedostatak alata za razvoj aplikacija koji su laki za korišćenje i veliko vreme kalibracije, kao i pedagoška ograničenja, kao što su poteškoće prelaska na kinestetičku pedagošku praksu i ograničeno razumevanje njenih efekata. Korišćenjem softverskog paketa AvatarKinect, moguće je animirati učenje na daljinu, saradnju na projektima i socijalizaciju između učenika. AvatarKinect koristi praćenje pokreta zajedno sa prepoznavanjem lica kako bi svakom učeniku dodelio posebnog avatara, ekransku predstavu učenika u realnom vremenu, koji oponaša način na koji se korisnik smeje, govori i ponaša. Može se povezati do osam osoba na različitim fizičkim lokacijama. Korišćenje ovog paketa, zahteva se mnogo manji propusni opseg nego za obične video pozive, budući da je za animaciju avatara u realnom vremenu potreban malo veći propusni opseg nego što je potreban za prenos govornog poziva. Moć 3D *deep-sensing* tehnologije pomoći će Vam da se povežete sa svojom publikom, gde god da se nalazite. Zeleni ekran ili studio više nisu neophodni.

7.5.1. MOGUĆNOST SNIMANJA VIDEO PREDAVANJA ZADAVANJEM KOMANDI GESTIKULACIJOM

7.5.2. NUVIXA STAGE PRESENCE

Današnje najpoznatije dimenzije iliti „depth“ kamere rade po principu pulsiranja svetlosti u vidokrug i merenja vremena koje je potrebno da se svetlost odbije od objekta (proces poznat kao „Vreme leta“); ili pak slanjem šematskog svetla i merenjem distorzija u toj šemi sa ciljem da se izmeri dubina objekata u vidokrugu (proces poznat kao Stereo ili Strukturno svetlo)[22]. Obe ove vodeće metode mapiraju prostor i objekte u njemu tako precizno da slojevi odeće mogu da se naziru, lica da se prepoznaju a pokreti da se uhvate.

Nuvixa patentirani algoritmi vizualizacije (poznati kao Z-Technology TM) koriste ove informacije da izdvoje a zatim i inkorporiraju korisnikovu živu „digitalnu video personu“ u deljeni virtuelni prostor – bilo da je to njihov desktop ili neki *online* sadržaj; omogućavajući tako korisnicima da komuniciraju prirodnije, bilo međusobno ili sa njihovim digitalnim fajlovima.

Kada je primenjena u *web* konferencijama ili video *chat*-u, tehnologija čini iskustvo prirodnijim, omogućavajući učesnicima da pričaju jedni sa drugima kao da se nalaze zaista jedni pred drugima, uživo, i da dele dokumenta i iskustva sa osećajem da se nalaze u istoj prostoriji. Kada se koristi u prezentacijama tehnologija pruža interaktivnije i produktivnije rezultate stavljajući govornika u sam sadržaj i time im omogućavajući da upravljaju sadržajem dosta prirodnije. Dodatno, tehnologija pruža HD rezoluciju po većim brzinama i manjim veličinama fajlova tako što izvlači sam subjekat iz pozadine smanjujući količinu informacija za obradu.

Tehnologija koja leži iza toga je prilično kompleksna. Nuvixa prisvaja prednosti Kinect API, procesiranja baziranog na GPU i tehnologija procesiranja slike u Open CL-u. Ne samo da StagePresence unosi sliku korisnika u prezentaciju u realnom vremenu, već i omogućava kontrolu pokretima tokom prezentacije. Umesto da se Kinect koristi za igranje tenisa, sada može da se koristi i za razne prezentacije i predavanja u elektronskoj formi. AMD vidi Nuvixa StagePresence kao veoma dobru primenu za njihove akcelerativne procesorske jedinice (APU) koje kombinuju CPU procesiranje sa grafikom na jednom čipu. Stoga je AMD već investirao u jednu privatnu kompaniju smeštenu u Ilinoisu, Sjedinjene Američke Države. AMD i Nuvixa sarađuju kako bi optimizovali StagePresence softver na desktop i notebook PC-evima koji koriste AMD APU, koristeći OpenCL za pristup i CPU jezgru i jezgru grafike. AMD tvrdi da primena APU-ova omogućava da StagePresence postigne čak 96% bolje performanse, što rezultuje u dupliranju protoka podataka u odnosu na klasičan CPU.

Zahvaljujući partnerstvu Nuvixa i AMD, StagePresence je optimizovan da iskoristi prednosti heterogenog *computing*-a AMD-ovog APU, time pružajući duplo bržu reprodukciju sadržaja i dvostuko bolje performanse.

Ovaj sistem zahteva računar sa Windows 7 operativnim sistemom kao i dual-core Intel ili AMD procesor. Instalira se u nekoliko koraka, a zatim podešava po sopstvenim potrebama.

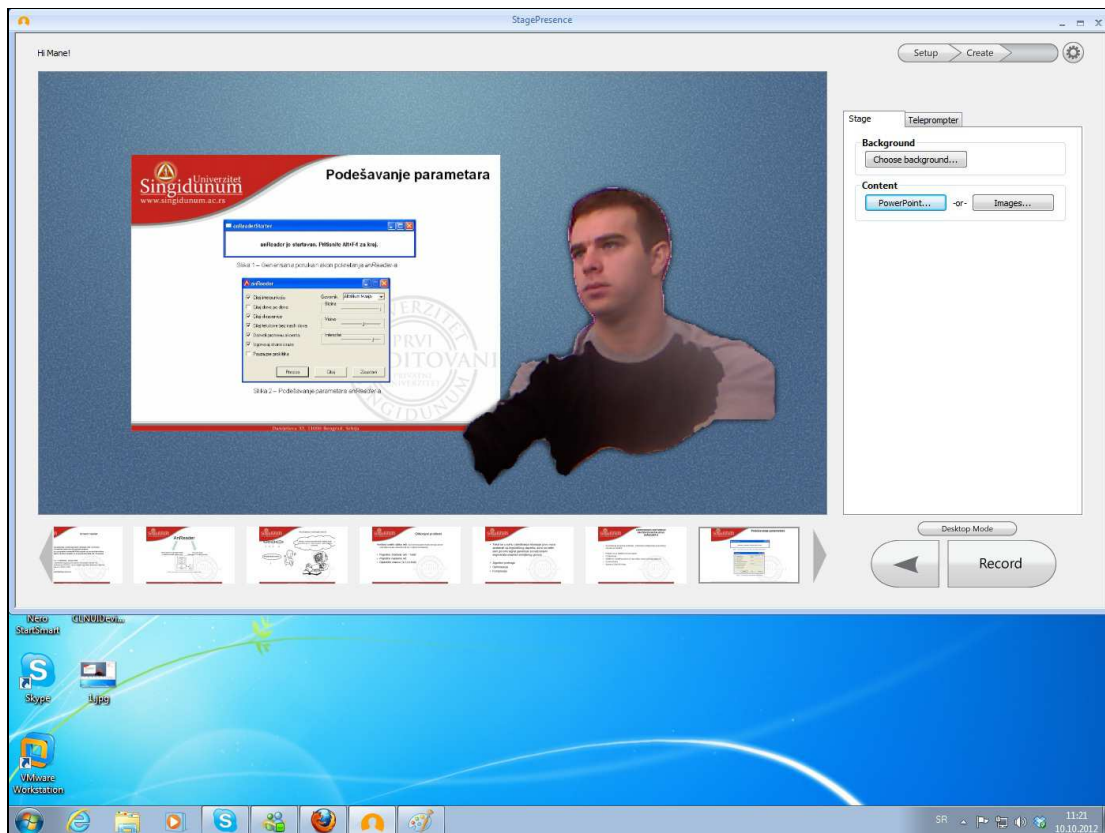
Podešavanje radnog okruženja je moguće nakon povezivanja Kinecta sa računarom i pokretanja Nuvixa StagePresencena (Slika 7.16). Neophodno je unošenje naziva videa koji se snima, potom se podešava sam uređaj tako da položaj kamere bude pravilan kako bi infracrveni zraci mogli da obuhvate površinu u kojoj se nalazi predavač. Položaj kamere je moguće podešavati i uz pomoć strelica koje su prikazane na Slici 7.16, pomeranjem na gore ili dole. Preporučena razdaljina na kojoj bi trebalo osoba da stoji je 1 metar ukoliko nema gestikulacije ili 1.5 do 2 metra ukoliko se gestikulacija primenjuje u predavanju. Veoma značajnu ulogu u

prezentaciji ima osvetljenje. Za prednje osvetljenje treba koristiti dobar izvor svetlosti i najbolje je da to bude priroda svetlost. Sa druge strane, pozadina ne bi smela da bude jako izražena. Kvalitet će značajno opasti ili se čak u potpunosti izgubiti ukoliko se stoji pored zida ili prozora. Ukoliko se koristi tekst na prezentaciji, najbolje je prethodno isti obraditi u photoshopu i učitati kao sliku .png formata, kako bi bila transparentna sa pozadinom koja se koristi. Da bi kvalitet bio što bolji potrebno je nostiti odeću koja se razlikuje od pozadine i koja izdvaja predavača, ukoliko pak kvalitet oslabi potrebno je promeniti položaj (stav) kada se treperenje pojavi. Od osnovnih podešavanja je moguće još odrediti izvor (odabrati mikrofoni) i podesiti kvalitet zvuka. Nakon toga treba podesiti kontrolu koja će omogućiti da se uz pomoć pokreta pomera i menja sadržaj na ekranu. Ukoliko je štiklirana opcija *forward and backward control* (Slika 7.16) kontrola je aktivirana, u suprotnom mora se koristiti miš ili neki drugi uređaj. *Step aside slide positioning* komanda omogućava da se sadržaj koji je na ekranu uveća i pozicionira u prvi plan ukoliko se osoba udalji od kamere, kada je ta opcija čekirana, sadržaj će ostati statičan.



Slika 7.16 - Podešavanje radnog okruženja.

Za nastavak treba odabrati jednu od dve ponuđene opcije, ukoliko to bude *stage* odlazi se na podešavanja za odabir pozadine i umetanje powerpoint prezentacija ili slika (Slika 7.17) Ako se odabere opcija *desktop* biće omogućeno uključivanje drugih stvari, kao što su desktop aplikacije, dokumenta, video materijal, internet stranice i sve ostalo što je dostupno na desktop-u (Slika 7.18).

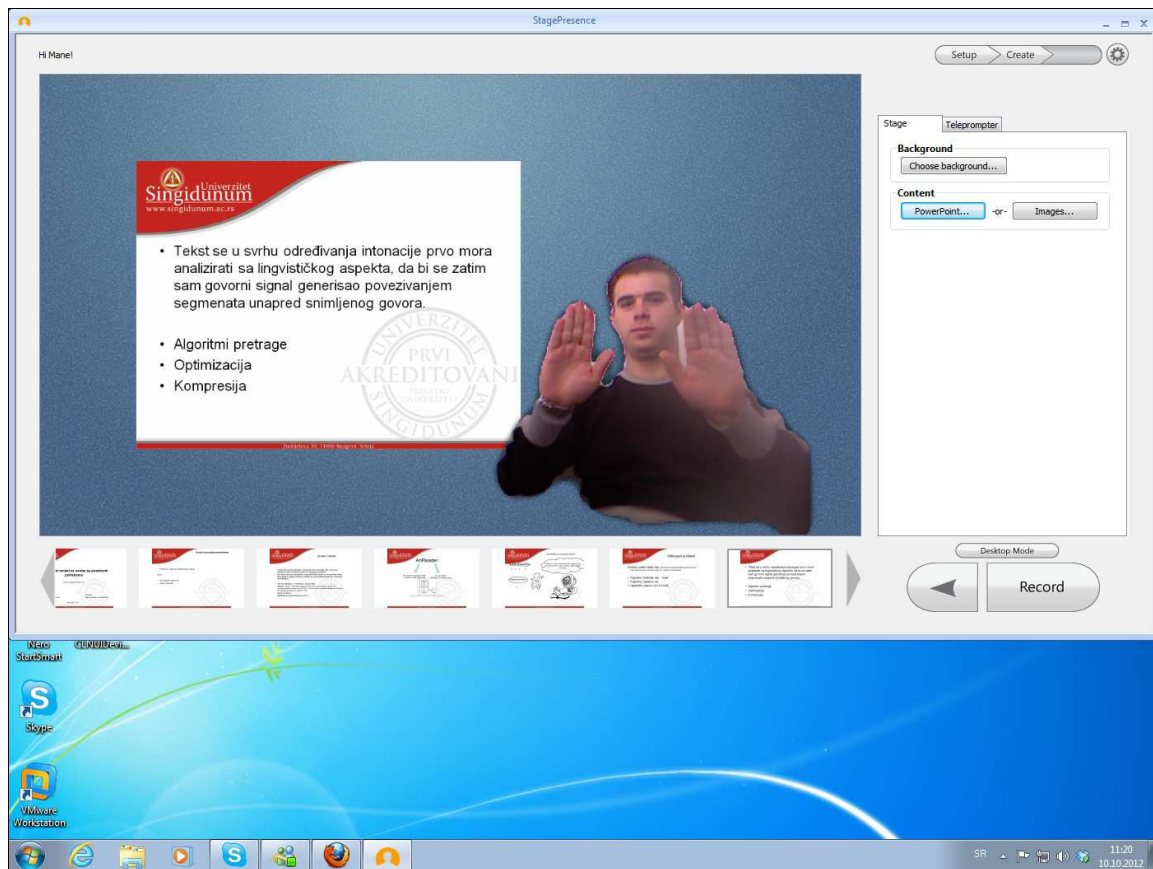


Slika 7.17 - Odabir slajdova ili fotografija za prezentaciju.



Slika 7.18 - Prelaz u desktop mod.

U toku predavanja kontrola je jednostavna, uz pomoć gestikulacije se mogu menjati slajdovi (Slike 7.19 i 7.20). Na ovaj način je moguće obezbediti video predavanja za gluvoneme osobe i na taj način omogućiti njihovo akademsko angažovanje.



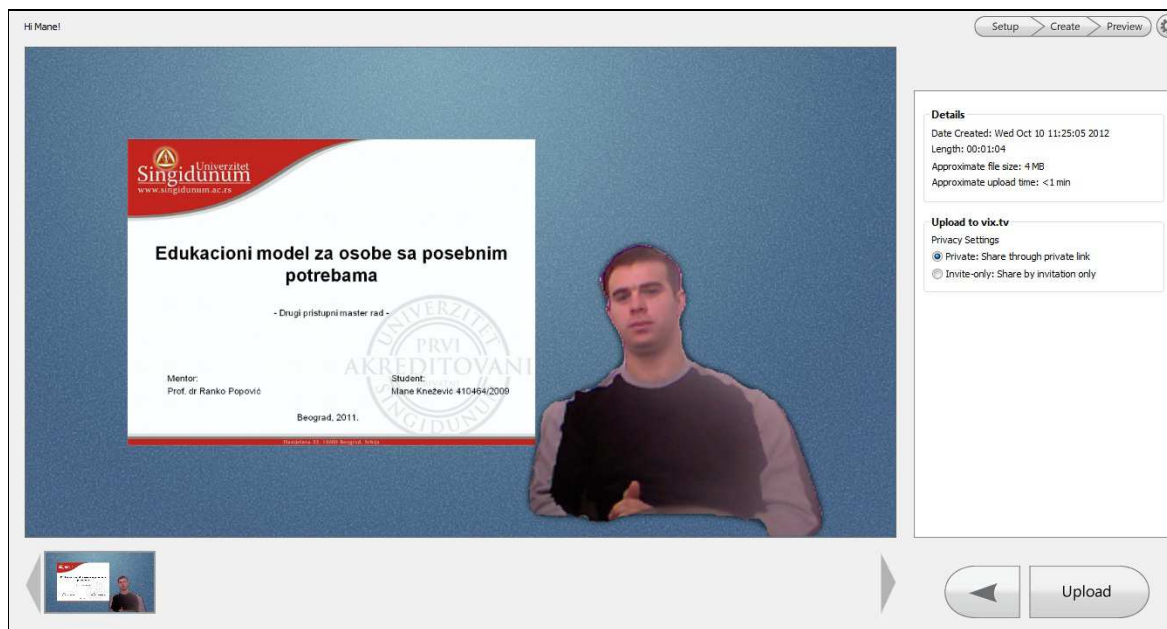
Slika 7.19 - Kontrola gesitkulacijom.



Slika 7.20 - Prezentovanje.

Nuvixa StagePresence snima uživo u visokoj rezoluciji video predavanje jedne osobe i ubacuje istu u svaku prezentaciju ili digitalni desktop u realnom vremenu, bez zelenog ekrana i posebnog softvera za obradu. Moguće je menjati položaj i veličinu predavača na ekranu, tako što se kursurom prevuče lik na drugo mesto. Da bi video bio snimljen, potrebno je odabrati opciju *record* (Slika 7.19) i po završetku kliknuti na stop.

Po završetku snimanja, program prikazuje *preview* stranu odakle je moguće pregledati materijal i otpremiti isti u nuvox-ovu bazu podataka na internet odabirom opcije *upload* što dalje omogućava preuzimanje i deljenje predavanja sa drugim osobama sa bilo kog mesta (Slika 7.21).



Slika 7.21 - Otpremanje snimljenog materijala.

8. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je značaj tehnoloških dostignuća sa stanovišta osoba sa posebnim potrebama, prvenstveno kada je u pitanju obrazovanje istih, što znatno utiče na poboljšanje kvaliteta njihovog života.

Predstavljena su stara hardverska i novija softverska rešenja iz oblasti govornih tehnologija, koja omogućavaju slepim i slabovidim osobama olakšan pristup elektronskim informacijama, što umnogome olakšava i učestvovanje u nastavnim aktivnostima putem *e-learning* sistema. Koristeći NVDA i druge čitače ekrana, slepim licima omogućena je maksimalna portabilnost unutar windows okruženja, dok učenici i studenti do literature mogu doći mnogo lakše koristeći skenere i OCR programe. Opisan je razvoj govornih tehnologija i u našoj zemlji, kao i razvoj posebne aplikacije pod nazivom *anReader*. Opisani su i projekti realizovani na bazi te iste aplikacije. Predstavljen je Microsoft-ov Kinect proizvod koji ima dosta potencijala da zameni pse za slepe koji su na dosta visokoj ceni, i štapove kao pomagala. Kao rezultat, ovo bi dosta pojednostavilo kretanje slepih osoba. Ujedno u radu je prikazan i efikasan način integracije ovog proizvoda u obrazovne procese. Na taj način se pruža mogućnost sticanja akademskog znanja i nesmetano funkcionisanje osoba sa posebnim potrebama u društvenim tokovima života.

Na samom kraju dat je još jedan osvrt na značaj govornih tehnologija u svrhu pomoći studentima sa vizuelnim oštećenjem.

9. LITERATURA

- [1] Goodison, T.A., "The implementation of e-learning in UK higher education", *Proceedings of ED-MEDIA 2001*, AACE Press, 25-30 Jun, 2001, Tampere, Finland.
- [2] Harrison, L., Richards, J. i Treviranus, J., "Building Accessible Curriculum and Courseware Tools", *Education beyond the campus*, Toronto, 2002.
- [3] Web Accessibility Initiative, *Web Content Accessibility Guidelines*
- [4] Petrie, H., O'Neill, A-M. i Colwell, C., "Computer access by visually impaired people", *Encyclopedia of microcomputers i Encyclopedia of library and information science*, Arlington, 2002.
- [5] JAWS, http://www.freedomscientific.com/fs_products/software_jaws.asp
- [6] Window-eyes, <http://www.quantech.com.au>
- [7] SuperNova, <http://www.dolphinuk.co.uk/products/supernova.htm>
- [8] ZoomText, <http://www.aisquared.com>
- [9] MAGic, http://www.freedomscientific.com/fs_products/software_magic.asp
- [10] Lunar, <http://www.dolphinuk.co.uk/products/lunar.htm>
- [11] Maya Dimitrova, Helen Petrie, "Accessibility problems in e-learning for visually impaired students", Centre for Human-Computer interaction design, London, 2002.
- [12] Sečujski, M., "Accentuation dictionary of Serbian language intended for text-to-speech synthesis", In *Proceedings of Conference Digital Speech and Image Processing (DOGS)*, Bečej, Srbija, pp. 17-20, 2002.
- [13] Sečujski, M., Delić, V., Pekar, D., Obradović, R., Knežević, D., "An overview of the AlfaNum text-to-speech Synthesis System", In *Proceedings of the XII international conference "Speech and Computer" (SPECOM)*, pp.3-7, Moskva, 2007.
- [14] Knežević, M., "Razvoj sistema za studiranje na daljinu za osobe sa posebnim potrebama", Diplomski rad, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2009.
- [15] Đorđević, N., "Govorne tehnologije u svrhu pomoći slepim osobama", Diplomski rad, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2009.
- [16] Kinect, <http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>
- [17] <http://msacademic.rs/Blog.aspx?id=167>
- [18] Mladen Polić, Dejan Vujičić, Dijana Jagodić, Žarko Igrutinović, "Mogućnosti primene Kinect tehnologije u obrazovanju", *Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet Čačak*, 1–3. jun 2012.

- [19] Michael Zöllner, Stephan Huber, Hans-Christian Jetter, Harald Reiterer, “NAVI – A Proof-of-Concept of a Mobile Navigational Aid for Visually Impaired Based on the Microsoft Kinect”, University of Konstanz, Germany.
- [20] Evan Lerner, “SEAS students hack gaming device to help visually impaired”.
- [21] Atif Khan, Febin Moideen, Juan Lopez, Wai L. Khoo and Zhigang Zhu, “KinDectect: Kinect Detecting Objects”, Department of Computer Science, City College of New York, New York, NY 10031.
- [22] Nuvix, <http://www.nuvixa.com>
- [23] Venkata S. Chivukula, Dmitry Veksler, and Michael S. Shur, Work In Progress - Remote Experimentation Lab For Students With Learning Disabilities, October 22 – 25, 2008, Saratoga Springs, NY 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference
- [24] W. Chen, L. Zhang, C. Wang, C. Chen, J. Bu, “Pervasive Web News Recommendation for Visually Impaired People”, 2008 *IEEE/WIC/ACM*