

ISKUSTVA I PERSPEKTIVE NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOG RADA NA FTN U OBLASTI ASISTIVNIH TEHNOLOGIJA

**Vlado Delić¹, Nataša Vujnović Sedlar², Dragiša Mišković², Milan Gnjatović¹,
Branislav Borovac¹, Branko Milosavljević¹, Zora Konjović¹**

¹Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Republika Srbija

²AlfaNum – Govorne tehnologije, Novi Sad, Republika Srbija

vdelic@uns.ac.rs, natasa.vujnovic@alfanum.co.rs

1. UVOD

Trendovi u obrazovanju i razvoj novih tehnologija su međusobno zavisni procesi. S jedne strane, nove tehnologije omogućavaju metodološke inovacije u obrazovanju, a sa druge strane, ubrzanje tehnološkog razvoja zahteva tematsko prilagođavanje obrazovanja koje će ga pratiti.

Posebno su velike promene u mogućnostima obrazovanja osoba sa invaliditetom (OSI). Princip „univerzalne pristupačnosti“ neizostavno uključuje, pored pristupačnosti fizičkog okruženja, adekvatno prilagođavanje nastavnih sadržaja osobama sa različitim senzualnim invaliditetima, tj. osobama koje ne vide, ne čuju, teško govore i komuniciraju. Međunarodne povelje predviđaju pravo ovih osoba na obrazovanje, informisanje, komunikaciju i rad, a nove tehnologije pružaju mogućnost ovim osobama da u izvesnoj meri prevaziđu svoj hendikep, ravnopravno se obrazuju, samostalnije informišu i lakše komuniciraju.

Iako zakonska regulativa Republike Srbije predviđa tzv. inkluzivno obrazovanje OSI, ono se u praksi teško realizuje, jer većina škola nema osposobljene kadrove i programe za specijalnu edukaciju (i rehabilitaciju), niti raspolaže savremenom asistivnim tehnologijama za OSI.

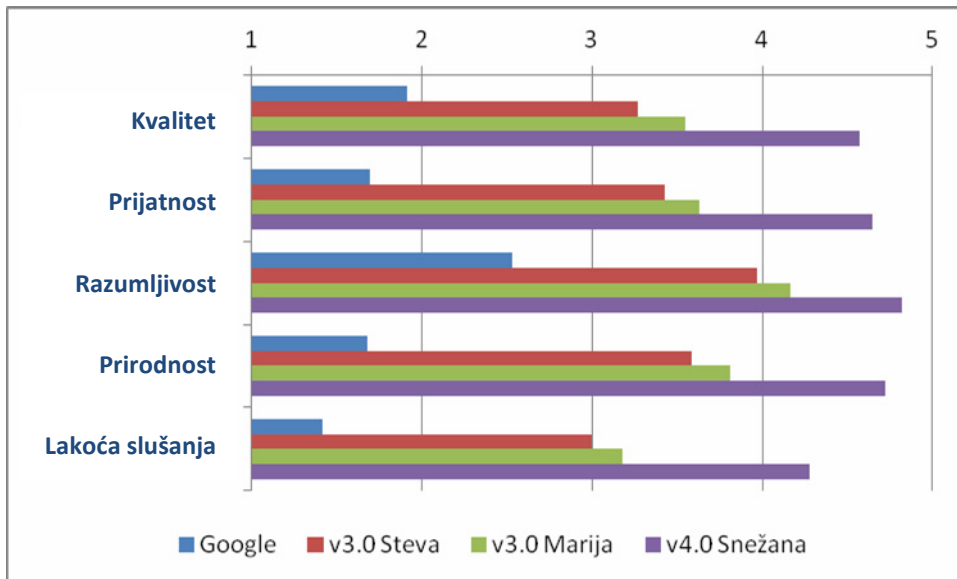
U okviru informaciono-komunikacionih tehnologija (ICT), izuzetni potencijali za asistivne tehnologije leže u govornim tehnologijama koje mogu da omoguće da osobe sa različitim senzualnim invaliditetima (osobe koje ne vide, ne čuju i/ili ne govore) međusobno komuniciraju. Takođe, osobe sa fizičkim hendikepom mogu, u konceptu „pametne kuće“, govornim komandama da upravljaju uređajima u domaćinstvu. Međutim, specifičnost govornih tehnologija je da su one u velikoj meri zavisne od jezika, tako da se moraju razvijati posebno za svaki jezik. Na Fakultetu tehničkih nauka (FTN) su razvijene govorne tehnologije za srpski i većinu južno-slovenskih jezika [1], koje su već iskorišćene od strane preduzeća AlfaNum da se naprave izuzetna pomagala i servisi za slepe i slabovide osobe u Srbiji i državama na prostoru bivše Jugoslavije [2]. Trenutno se, u okviru nekoliko naučno-istraživačkih projekata na FTN, otvaraju i brojne druge moguće primene govornih i drugih novih tehnologija za OSI. Cilj ovog rada je da se predstave dosadašnja iskustva u transferu rezultata naučno-istraživačkog rada na FTN u primene i servise za OSI, kao i da se sagledaju perspektive aktuelnih projekata koji uključuju humane primene novih tehnologija.

U drugom poglavlju je predstavljeno nekoliko već realizovanih projekata čiji su rezultati značajno i trajno doprineli poboljšanju kvaliteta života osoba oštećenog vida u Srbiji i regionu. U trećem poglavlju je predstavljeno nekoliko aktuelnih projekata na FTN koji mogu imati značajan uticaj na širi krug OSI. Opisana je saradnja sa organizacijama i institucijama u pokrajini, republici i regionu. Na kraju rada su izvedeni zaključci koji treba da podstaknu širu aktivnost na ovom naučno-istraživačkom polju.

2. POMAGALA ZA OSOBE OŠTEĆENOG VIDA NA BAZI GOVORNIH TEHNOLOGIJA

Na FTN se već 15-tak godina intenzivno radi na razvoju govornih tehnologija, prvenstveno za srpski jezik, a potom i za hrvatsko narečje i makedonski jezik. Postignuti su vredni rezultati u razvoju tehnologija za sintezu govora iz teksta (TTS) [3] i automatsko prepoznavanje govora (ASR) [4]. Tehnologija TTS je razvijena na visokom nivou, tako da je kvalitet sintetizovanog govora iz teksta na srpskom jeziku sasvim približan kvalitetu ljudskog glasa [5]. Na slici 1. su

dati rezultati subjektivne procene, na tzv. MOS skali, sa prosečnim ocenama 70-tak ispitanika po pitanjima prikazanim na istoj slici. Rezultati jasno ukazuju na kvalitativni pomak između prethodne verzije TTS v3.0 (napravljene pre 4 godine) i aktuelene verzije TTS v4.0.



Slika 1. Kvalitet sintetizovanog govora iz teksta na srpskom jeziku (translate.google.com, www.alfanum.co.rs) [5]

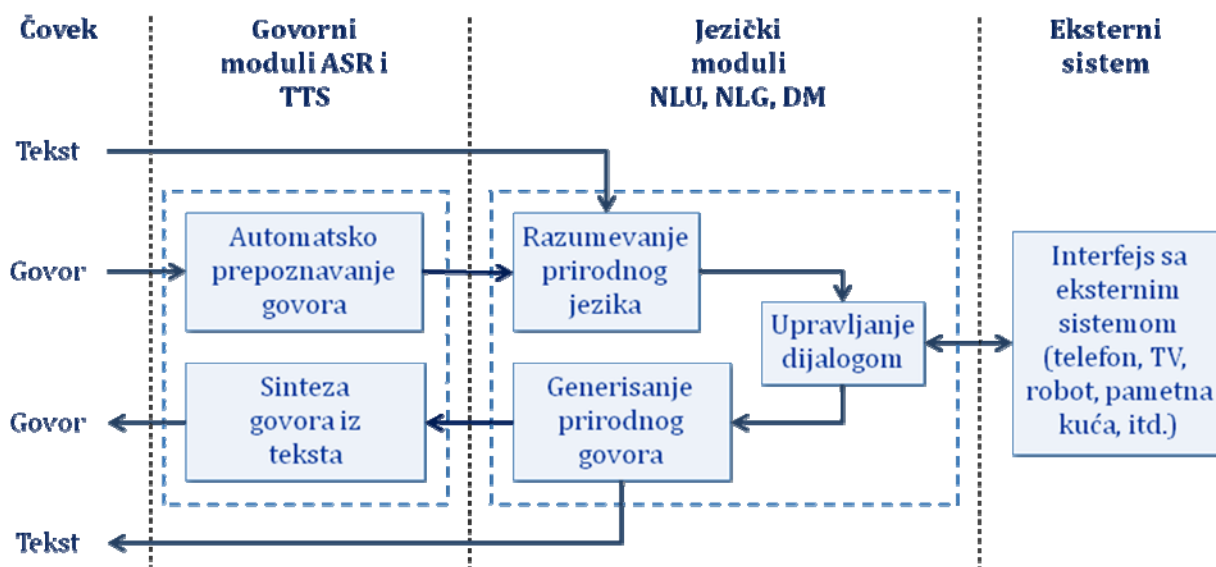
Starija verzija v3.0, sa ocenama između 3 i 4, je dobro prihvaćena samo u krugu slepih korisnika računara, jer je već bila bolja od drugih raspoloživih sintetizatora govora koji nisu namenski razvijani za srpski jezik (npr. translate.google.com). Napredak u kvalitetu sintetizovanog govora u verziji v4.0 koji je postignut u prethodnih nekoliko godina je, reklo bi se, ključan za širu primenu sintetizatora govora u Srbiji. Primeri šire primene uključuju ozvučavanje sajtova Radio-televizije Srbije (www.rts.rs) i Radio-televizije Vojvodine (www.rtv.rs) i još nekoliko opština, [6]. Ovaj razvoj se odvijao uz podršku projekata tehnološkog razvoja kod resornih ministarstava za nauku Republike Srbije u periodu 2005.-2010.

Razvoj tehnologije TTS za srpski i srodne južno-slovenske jezike na FTN je praćen od strane preduzeća AlfaNum koje je ugradilo ovu tehnologiju u prva pomagala i aplikacije za slepe i slabovide osobe u Srbiji i regionu, [4]. Prvi i najpoznatiji proizvod preduzeća AlfaNum na bazi govornih tehnologija razvijenih u saradnji sa FTN je *anReader*⁵³ – softver za slepe korisnike računara koji im čita knjige, novine i pisma, i tako im omogućava da se ravnopravnije obrazuju, samostalnije informišu i imaju intimnost pisane komunikacije. Kvalitetniji sintetizovani govor motivisao je pokretanje lanca obuke slepih i slabovidih korisnika računara, tako da se njihov broj udesetostručio. Oni sada samostalno odlaze na Internet, biraju i čitaju tekstove, dopisuju se, i osposobljavaju za mnoge nove poslove koje objektivno nisu mogli da rade bez kvalitetnih govornih tehnologija na svom maternjem jeziku. Na bazi razvijene tehnologije TTS, a u okviru saradnje sa školom „Veljko Ramadanović“ za učenike oštećenog vida u Zemunu, razvijena je *Audio biblioteka za slepe i slabovide*, [7], kao alternativa za biblioteke knjiga na Brajevom pismu i audio-knjige za čije snimanje se angažuju spikeri. AlfaNum i FTN su kroz jedan inovacioni projekat, finansiran od strane resornog ministarstva za nauku Republike Srbije, razvili *Govorni portal za slepe*, [8], koji je slepim i slabovidim korisnicima dostupan preko Interneta (www.alfanum.ftn.uns.ac.rs/kontakt) i preko telefona (0700-200-500), a baziran je na govornim tehnologijama ASR i TTS.

⁵³ Društvo za informatiku Srbije je proglasilo anReader kao najbolji razvijeni i primenjeni informatički proizvod u Srbiji 2005. godine

3. UTICAJ TEKUĆIH PROJEKATA NA FTN NA RAZVOJ ASISTIVNIH TEHNOLOGIJA

U okviru ciklusa projekata Ministarstva prosvete i nauke (MPN) u periodu 2011.-2014., razvoj govornih tehnologija je nastavljen na projektu TR32035: „Razvoj dijaloških sistema za srpski i srodne južno-slovenske jezike“ koji okuplja 22 istraživača i 5 doktoranata iz 5 naučno-istraživačkih organizacija iz Srbije, i 5 eksperata iz Slovenije, Bosne i Hercegovine i Makedonije. Multimodalni dijaloški sistemi obuhvataju audio-vizuelne aspekte komunikacije, uključujući govor, tekst i dodir, a na projektu se razvijaju i moduli za razumevanje (interpretiranje) prirodnog jezika (NLU), generisanje prirodnog jezika (NLG), i upravljanje dijalogom (DM), slika 2.



Slika 2. Blok-dijagram govornih i jezičkih modula dijaloškog sistema

Vodeći istraživači sa ovog projekta učestvuju i na drugim projektima MPN među kojima je i projekat III44008: „Razvoj robota kao sredstva za pomoć u prevazilaženju teškoća u razvoju dece“. Na ovom projektu se, između ostalog, razvija dijaloški sistem za govornu komunikaciju između čoveka i robota čija funkcionalnost uključuje i izabrane terapeutske kompetencije sa ciljem uspostavljanja i dugoročnog održavanja motivacije kod dece prilikom izvođenja vežbi (re)habilitacije, a posebno u radu sa logopedom. Podršku razvoju aplikacija za OSI pruža i Pokrajinski Sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj kroz finansiranje projekata „Audio biblioteka za osobe sa invaliditetom“. Cilj ovog projekta je da proširi krug korisnika postojeće aplikacije sa slepih i slabovidih na sve druge OSI, prilagođavajući interfejs različitim vidovima invaliditeta i povezujući klijentsku aplikaciju audio biblioteke na širi bibliotečki sistem kroz saradnju sa istraživačkim timom sa FTN i Prirodno-matematičkog fakulteta koji je razvio digitalni bibliotečki sistem BISIS [9]. Ovaj projekat će pored govornih tehnologija koristiti i module jezičkih tehnologija, a u osnovi se bazira na ICT, web aplikaciji i konceptu BISIS-a.

Koncept učenja na daljinu ima još jednu dodatnu dimenziju koja se odnosi na poteškoće i ograničenja koje OSI imaju u fizičkom kretanju. Istraživači sa FTN su angažovani i na ovom polju. Jedan smer istraživanja predstavlja definisanje formalnih modela obrazovnih ciljeva, nastavnih kurikuluma, silabusa, metoda testiranja i nastavnih objekata. Ovakvi modeli predstavljaju osnovu za razvoj softverske podrške koja će omogućiti širu dostupnost nastavnih sadržaja za lokalne i udaljene učenike i integraciju nastavnih sadržaja između različitih obrazovnih institucija. Drugi smer istraživanja leži u pravcu inkorporacije teorije instrukcionog dizajna u savremene sisteme za učenje na daljinu, sa ciljem adaptacije nastavnog procesa prema profilu pojedinačnog učenika. Tehnološku podlogu za ova istraživanja predstavlja razvoj digitalne biblioteke nastavnih materijala koja je usklađena sa međunarodnim standardima za reprezentaciju nastavnih materijala, a istovremeno omogućava i integraciju sa drugim sistemima digitalnih biblioteka i sistemima za upravljanje naučnim informacijama.

Rukovodioci pomenutih projekata uspostavili su saradnju sa školama za specijalno obrazovanje („V. Ramadanović“ u Zemunu i „M. Petrović“ u Novom Sadu), fakultetima (Medicinski fakultet u Novom Sadu i Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju u Beogradu), savezima (Savez slepih Srbije), institutima (BioData) i drugom organizacijama (Privredna komora Srbije) koje nastoje da se organizovano bave radom na asistivnim tehnologijama. Više detalja o svim projektima u Srbiji koji su posvećeni razvoju govornih i jezičkih tehnologija može se naći u [10].

4. ZAKLJUČAK

U radu je dat kratak prikaz primene ICT i govornih tehnologija koje se razvijaju na FTN u aplikacijama i servisima za OSI. Razvijene asistivne tehnologije pružaju mogućnost OSI da u izvesnoj meri prevaziđu svoje invaliditete i osposobe se za poslove koje ranije nisu mogli da obavljaju. Takođe, asistivne tehnologije mogu da poboljšaju kvalitet života osobama iz opšte populacije kojima su, sa godinama, oslabila određena čula ili se teže kreću i komuniciraju. Posebno su važne govorne i jezičke tehnologije, jer se one ne mogu prosto uvesti kao gotova rešenja iz drugih zemalja, već se moraju posebno razvijati za svaki jezik. Razvojem govornih tehnologija za srpski jezik postiže se da u doglednoj budućnosti verbalno komuniciramo na maternjem jeziku sa pametnim telefonima, računarima, televizorima, robitima, uređajima u domaćinstvu, u automobilu i na radnom mestu.

Projekti razvoja govornih i jezičkih tehnologija i njihovih primena kao asistivnih tehnologija u Srbiji do sada su bili inicirani i realizovani gotovo isključivo na jednom mestu – na FTN. Međutim, imajući u vidu značaj razvoja ovih tehnologija za srpski jezik, očekuju se aktivnosti šire društvene zajednice na ovom polju. Takođe, od izuzetnog je značaja i povezivanje sa sličnim interdisciplinarnim projektima iz oblasti robotike, digitalnih biblioteka i sl.

5. LITERATURA

- [1] Delić V., Sečujski M., Jakovljević N., Janev M., Obradović R., Pekar D.: “*Speech Technologies for Serbian and Kindred South Slavic Languages*”, *Advances in Speech Recognition*, Ed. N. Shabtai, ISBN: 978-953-307-097-1, Sciyo, pp. 141-164 (2010) Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/speech-technologies-for-serbian-and-kindred-south-slavic-languages>
- [2] Delić V., Vujnović Sedlar N., Sečujski M.: “*Speech-Enabled Computers as a Tool for Serbian Speaking Blind Persons*”, 5th IEEE Int. Conf. EUROCON, Beograd, ISBN 1-4244-0049-X, DOI: 10.1109/EURCON.2005.1630290, pp. 1662-1665 (2005)
- [3] Sečujski M., Obradović R., Pekar D., Jovanov Lj., Delić V.: “*AlfaNum System for Speech Synthesis in Serbian Language*”, *Lecture notes in computer science*, Broj LNAI 2448, ISSN 0302-9743, 5th Int. Conf. TSD, Brno, pp. 237-244 (2002)
- [4] Pekar D., Mišković D., Knežević D., Vujnović Sedlar N., Sečujski M., Delić V.: “*Applications of Speech Technologies in Western Balkan Countries*”, *Advances in Speech Recognition*, Ed. N. Shabtai, ISBN: 978-953-307-097-1, Sciyo, pp. 105-122 (2010) Available from: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/applications-of-speech-technologies-in-western-balkan-countries>
- [5] Stanić Molcer P., Delić V., Sečujski M.: “*Mogućnosti efikasne evaluacije TTS sistema*”, 8. DOGS, Digitalna obrada govora i slike, Iriški venac, ISBN 978-86-7892-311-1, pp. 81-84 (2010)
- [6] Knežević D., Pekar D., Jokić I., Delić V.: “*AlfaNum server za sintezu govora*”, 19. TELFOR, 22-24.11.2011, Beograd, ISBN: 978-1-4577-1500-6, pp. 1410-1413 (2011)
- [7] Mišković D., Vujnović Sedlar N., Sečujski M., Delić V.: “*Audio biblioteka za slepe i slabovide osobe kao vid primene TTS tehnologije*”, 49. ETRAN, Budva, ISBN 86-80509-54-X, pp. 400-402 (2005)
- [8] Delić V., Sečujski M., Đurić N., Pekar D., Jakovljević N., Mišković D., Vujnović Sedlar N.: “*Govorni portal za slepe - Kontakt*”, Tehničko rešenje razvijeno na inovacionom projektu PTR-2079A (2008) Raspoloživo preko Interneta (www.alfanum.ftn.uns.ac.rs/kontakt) i preko telefona (0700-200-500).
- [9] *Bibliotečki informacioni sistem BISIS*, <http://www.bisis.uns.ac.rs>
- [10] Delić V., Sečujski M., Gnjatović M., Pekar D., Jovičić S., Šarić Z., Komazec Z., Borovac B.: “*An Overview of Current Research Activities in the Field of Speech and Language Technologies in Serbia*”, keynote and invited lecture, 14th Int. conf. “Speech and Computer”, SPECOM, Kazan, Rusija, 27-30.09.2011, ISBN: 978-5-88983-395-6, pp. 18-26 (2011)