

**UNIVERZITET U BEOGRADU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**



**OSNOVI GOVORNE KOMUNIKACIJE
IZVEŠTAJ SEMINARSKOG RADA
„Analiza razumljivosti govora u IP mrežama“**

Radili:

Iković Kristina 2019/0005

Stanić Strahinja 2019/0336

Mijailović Marko 2018/0654

Beograd 16.06.2023.

**Mentor: Prof. Dr Dragana
Šumarac Pavlović
Doc. dr Miloš Bjelić**

1. Postavka Seminarskog Rada

Uzimajući u obzir sve širu i učestaliju upotrebu IP mreža pri svakodnevnoj komunikaciji, prirodno je ispitati kvalitet prenosa govornog signala koji se ostvaruje unutar IP mreža. Konkretno u našem seminarskom radu ispitujemo kvalitet prenosa govornog signala pri korišćenju društvenih mreža „WhatsApp“ i „Viber“.

Ispitivanjem dva slučaja korišćenja ovih društvenih mreža za govornu komunikaciju, prvo putem **WLAN mreže** (kućni internet, tj. WiFi mreža) a zatim putem **mobilne mreže**, potrudili smo se da dobijemo rezultate koji nam na opipljiv i veran način prikazuju kvalitet ovih usluga.

Eksperiment se sastoji iz sledećih delova:

- Korišćenjem **logatomskih grupa** se testira razumljivost na mreži na sledeći način: Na predaji se reprodukuju grupe logatoma, dok ih slušalac na strani prijema sluša i zapisuje šta čuje.
- Reprodukcijska se ponavlja za tri grupe logatoma za svaki od ispitanih načina konekcija:
 - o Prvo putem „WhatsApp“ društvene mreže dok se na predajnoj i prijemnoj strani koristi WLAN(WiFi) mreža.
 - o Nakon toga putem „Viber“ društvene mreže dok se na predajnoj i prijemnoj strani koristi WLAN(WiFi) mreža.
 - o Poslednje putem „Viber“ društvene mreže dok se na predajnoj i prijemnoj strani koristi mobilna mreža.
- Reprodukcijska se ponavlja za 10 slušalaca koji zapisuju šta su čuli, nakon čega sledi obrada rezultata.
- Obrada rezultata se sastoji iz dva koraka:
 - o Izračunavanja **procenta uspešnosti prepoznavanja logatoma** za svakog slušaoca i svaku grupu
 - o Na osnovu dobijenih procena uspešnosti grafičkim putem računamo „**Speech Transmission Index**“ (STI)
 - o Tabelarni prikaz dobijenih rezultata
- Tumačenje dobijenih rezultata i stvaranje zaključka

Kao što smo pomenuli malopre, za merenje kvaliteta prenosa govornog signala koristimo **Logatomske Grupe**. Logatomi predstavljaju jednosložne reči koje se mogu sastojati od tri ili četiri glasa. Logatomska razumljivost predstavlja subjektivnu meru analize. Podela po broju glasova logatomske grupe deli na CVCV (Konsonant-Vokal-Konsonant-Vokal) i CVC (Konsonant-Vokal-Konsonant). U našem eksperimentu je korišćen CVCV tip u grupama od po 50 logatoma. Logatomi sami po sebi ne nose značenje i unose veliku količinu varijacija glasova. Pri tome su korišćena dva različita govornika u reprodukciji logatoma i tri različite grupe logatoma kako bi se što više umanjio uticaj prepoznavanja poznatih reči.

Grupa logatoma 3

r.b.	logatom
1.	PUPI
2.	DAGI
3.	PATA
4.	GETO
5.	DUDO
6.	KEGA
7.	KITE
8.	TUDE
9.	BEGU
10.	TIDI
11.	BOPO
12.	KOKU
13.	VOŠO
14.	VASO
15.	ZUVE
16.	FISI
17.	ZOZA
18.	ZASU
19.	HAZI
20.	HUHI
21.	ZUŠI
22.	ZOFU
23.	HESA
24.	FEFE
25.	HOSU

Grupa logatoma 4

r.b.	logatom
1.	GUBU
2.	CICA
3.	TEKO
4.	TOKE
5.	PAGE
6.	PUBO
7.	DIKU
8.	DUTA
9.	TUPI
10.	TIGI
11.	BIBE
12.	DODA
13.	SAHA
14.	SUVA
15.	HIZI
16.	ZEFI
17.	FOZE
18.	ZUHU
19.	SISA
20.	VIVU
21.	FEHE
22.	ZISU
23.	VOZO
24.	VEVE
25.	SEZO

r.b.	logatom
26.	HOSI
27.	CACA
28.	DOCE
29.	CUCO
30.	DZABA
31.	CICU
32.	CABE
33.	CIOZI
34.	CEDZO
35.	CUCO
36.	CACI
37.	NJINE
38.	MUMI
39.	NUNJA
40.	NINJE
41.	NAMO
42.	NJOIJO
43.	LJARU
44.	JALI
45.	JUJI
46.	RELJU
47.	LALO
48.	LURA
49.	RORI
50.	LJOLE

Grupa logatoma 5

r.b.	logatom
1.	BIKU
2.	KADI
3.	BUBO
4.	GUGA
5.	TETO
6.	TUDU
7.	TABA
8.	PIGO
9.	DAPE
10.	PODE
11.	KOBE
12.	TIKI
13.	HIFE
14.	SUFU
15.	VUSE
16.	SESI
17.	FOSO
18.	HAHE
19.	SAZE
20.	SISU
21.	SAZU
22.	VEZI
23.	SOZA
24.	HOVI
25.	ZOZU

r.b.	logatom
26.	VOVO
27.	COCU
28.	ĐACA
29.	CECE
30.	CICI
31.	DZIDE
32.	ĐUDO
33.	COCE
34.	DZACU
35.	DZUDZO
36.	COCA
37.	MUNO
38.	NJONA
39.	NJAME
40.	MANJU
41.	NJEMI
42.	NUNU
43.	LJELJU
44.	LULI
45.	LEJI
46.	LJOLA
47.	RERO
48.	LJILJA
49.	JOLO
50.	JERA

2. Rezultati Eksperimenta

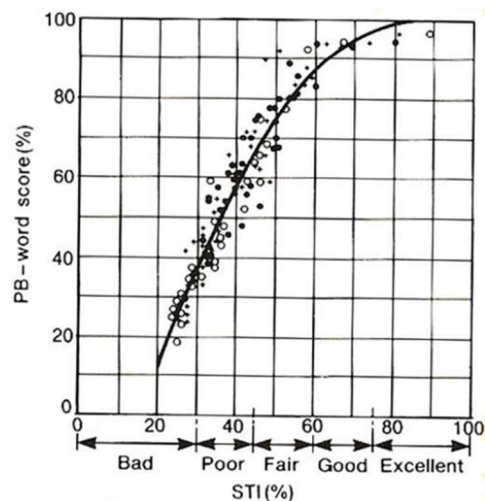
Nakon ispitivanja 10 slušaoca sa po 3 logatomske grupe smo primetili da imamo ukupno 1500 različitih logatoma koje moramo da uporedimo sa datim logatomskim tabelama kako bi izračunali procenat uspešnog prepoznavanja logatoma. S obzirom na količinu posla smatrali smo da bi bilo produktivnije napisati kratku Python skriptu koja bi uradila taj posao za nas. Skripta funkcioniše po sledećem principu:

- Učitavanje logatomskih grupa iz tekstualnog fajla u tri različita niza
- Učitavanje rezultata svakog od slušaoca za svaku logatomsku grupu u različite nizove
- Upoređivanje nizova u for petlji i brojanje neuspešno prepoznatih logatoma
- Izračunavanje procenta uspešnosti

```
1 #Script for comparing two arrays of words written in files
2 import array as arr
3
4 file1 = open("logatomiGrupa3.txt", encoding='utf-8', mode = 'r')
5 file2 = open("logatomiGrupa4.txt", encoding='utf-8', mode = 'r')
6 file3 = open("logatomiGrupa5.txt", encoding='utf-8', mode = 'r')
7 file4 = open("./logatomiSlusalaca/slusalac9Grupa3.txt", encoding='utf-8', mode= 'r')
8 file5 = open("./logatomiSlusalaca/slusalac9Grupa4.txt", encoding='utf-8', mode= 'r')
9 file6 = open("./logatomiSlusalaca/slusalac9Grupa5.txt", encoding='utf-8', mode= 'r')
10
11 file1.seek(0)
12 file2.seek(0)
13 file3.seek(0)
14 file4.seek(0)
15 file5.seek(0)
16 file6.seek(0)
17
18 logGrupa3 = []
19 logGrupa4 = []
20 logGrupa5 = []
21 slusalac3Grupa3 = []
22 slusalac3Grupa4 = []
23 slusalac3Grupa5 = []
24
25
26 errCount = 0
27
28 for line in file1:
29     logGrupa3.append(line)
30     logGrupa4.append(file2.readline())
31     logGrupa5.append(file3.readline())
32     slusalac3Grupa3.append(file4.readline())
33     slusalac3Grupa4.append(file5.readline())
34     slusalac3Grupa5.append(file6.readline())
35
36 wordCount = len(logGrupa3)
37
38 for i in range(len(logGrupa3)):
39     if(logGrupa5[i] != slusalac3Grupa5[i]):
40         errCount += 1
41
42 succRate = ((wordCount-errCount)/wordCount)*100
43
44 print(str(errCount) + " " + str(succRate))
45
46 file1.close()
47 file2.close()
48 file3.close()
49 file4.close()
50 file5.close()
```

Слика 2 Kod korišćene skripte

Nakon dobijenih rezultata u vidu procenta uspešnosti prepoznavanja logatoma za svakog od slušaoca, bilo je potrebno izračunati „**Speech Transmission Index**“ (STI). STI se koristi kao objektivna mera za razumljivost teksta u nekom telekomunikacionom kanalu. S obzirom da na STI koeficijent utiču razne degradacije koje unosi kanal u vidu smetnji i šumova koje nam nisu bile dostupne u toku izrade seminarskog rada, primenili smo grafički pristup računanja STI koeficijenta, koristeći se tabelom iz praktikuma za laboratorijske vežbe.



Слика 3 График zavisnosti STI Koefficienta od uspešnosti prepoznavanja logatoma

Rezultati eksperimenta su dati u sledećim tabelama.

Rezultati eksperimenta za merenje putem WhatsApp-a korišćenjem WLAN mreže:

	Procenat uspešnosti prepoznavanja logatoma [%]	STI FAKTOR
Slušalac 1	86	0.60
Slušalac 2	74	0.51
Slušalac 3	78	0.53
Slušalac 4	78	0.53
Slušalac 5	78	0.53
Slušalac 6	66	0.45
Slušalac 7	60	0.41
Slušalac 8	76	0.52
Slušalac 9	74	0.51
Slušalac 10	84	0.62

Rezultati eksperimenta za merenje putem Viber-a korišćenjem mobilne mreže:

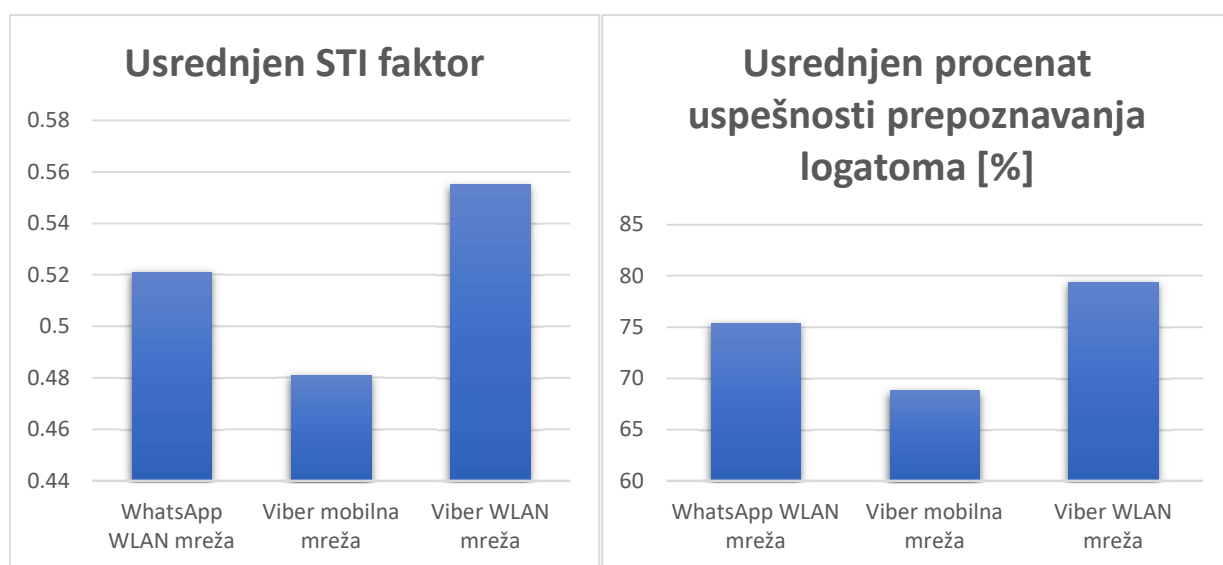
	Procenat uspešnosti prepoznavanja logatoma [%]	STI FAKTOR
Slušalac 1	78	0.53
Slušalac 2	60	0.41
Slušalac 3	70	0.50
Slušalac 4	76	0.52
Slušalac 5	84	0.62
Slušalac 6	74	0.51
Slušalac 7	62	0.42
Slušalac 8	68	0.46
Slušalac 9	44	0.33
Slušalac 10	72	0.51

Rezultati eksperimenta za merenje putem Viber-a korišćenjem WLAN mreže:

	Procenat uspešnosti prepoznavanja logatoma [%]	STI FAKTOR
Slušalac 1	86	0.60
Slušalac 2	80	0.55
Slušalac 3	88	0.63
Slušalac 4	88	0.63
Slušalac 5	86	0.60
Slušalac 6	76	0.52
Slušalac 7	58	0.40
Slušalac 8	76	0.52
Slušalac 9	70	0.50
Slušalac 10	86	0.60

3. Analiza rezultata

Ono što pre svega upada u oči među dobijenim rezultatima je uopšteno zadovoljavajući STI faktor u svim slučajevima koje smo ispitivali. Svuda je taj faktor prelazio 0.4 i time možemo zaključiti da su obe društvene mreže dosta dobre u prenosu govornog signala. Uopšteno gledano nakon usrednjavanja procenta uspešnosti i STI faktora za sve slučajeve dobijamo sledeće grafikone koji nam dosta pokazuju o kvalitetu.



Određivanjem usrednjenog STI faktora dobijamo malo objektivniju sliku od kvaliteta prenosa govornog signala kroz ove mreže. Pre svega vidimo da Viber korišćenjem WLAN mreža ima ubedljivo najbolji kvalitet prenosa, mada on značajno opada prelaskom na mobilnu mrežu. Ovi rezultati ukazuju na sveukupno dobro smišljenu i izvedenu arhitekturu komunikacionog kanala za sve slučajeve, što ne predstavlja iznenađenje s obzirom na količinu vremena koju su društvene mreže uložile u poboljšanje svojih usluga.

Moramo da primetimo da u rezultatima postoji dosta varijacije od slušaoca do slušaoca, kako zbog promenljivog kvaliteta mobilne i WLAN mreže na predajnoj i prijemnoj strani, tako i zbog uslova u kojima su se nalazili slušaoci. Uzimajući u obzir neidealnosti merenja, STI koeficijent koji prelazi u proseku 0.5 predstavlja vrlo zadovoljavajući rezultat.

4. Zaključak

U prenosu govornog signala putem IP mreža postoji pregršt preduslova i potencijalnih problema koji se moraju postaviti i rešiti kako bi sam prenos postao idealan. Iako to u većini slučajeva nije moguće, vidimo da su društvene mreže uspele da uspostave visok nivo usluge i time se utemelje kao solidna alternativna standardnim komunikacionim opcijama.

Vidimo da je za merenje razumljivosti govora potrebno pratiti i subjektivne i objektivne metode merenja kvaliteta, kao i da te mere nisu idealne uzimajući u obzir količinu smetnji, šumova i drugih faktora okoline koji utiču na samo merenje. Ovi rezultati su dobijeni korišćenjem što je moguće boljih uslova i kao takvi mogu odstupati dosta od realnih situacija u kojima se korisnici svakodnevno nalaze. Kako bi se dobila realna slika kvaliteta prenosa govornog signala putem IP mreža, potrebno je izvršiti više merenja i u različitim uslovima, što ne umanjuje rezultate ovog eksperimenta.

Glavni zaključak eksperimenta je neizbežan napredak IP mreža i protokola koji su implementirani kako bi govorna komunikacija putem IP mreža bila ostvarljiva i kvalitetna. Ono što možemo zaključiti je da će se IP mreže takmičiti sa standardnim načinima udaljene govorne komunikacije i potencijalno preuzeti vodeću ulogu.