**UNIVERZITET U BEOGRADU**

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**A picture containing text, symbol, emblem, logo

Description automatically generated**

**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**

# 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.
* Reprodukcija se ponavlja za tri grupe logatoma za svaki od ispitanih načina konekcija:
  + Prvo putem „WhatsApp“ društvene mreže dok se na predajnoj i prijemnoj strani koristi WLAN(WiFi) mreža.
  + Nakon toga putem „Viber“ društvene mreže dok se na predajnoj i prijemnoj strani koristi WLAN(WiFi) mreža.
  + Poslednje putem „Viber“ društvene mreže dok se na predajnoj i prijemnoj strani koristi mobilna mreža.
* Reprodukcija se ponavlja za 10 slušalaca koji zapisuju šta su čuli, nakon čega sledi obrada rezultata.
* Obrada rezultata se sastoji iz dva koraka:
  + Izračunavanja **procenta uspešnosti prepoznavanja logatoma** za svakog šlusaoca i svaku grupu
  + Na osnovu dobijenih procenta uspešnosti grafičkim putem računamo **„Speech Transmission Index“ (STI**)
  + 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. A picture containing text, number, font, line

Description automatically generatedA picture containing text, number, font, receipt

Description automatically generatedA picture containing text, number, screenshot, font

Description automatically generated

Слика Grupe logatome

# 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 šlušaoca za svaku logatomsku grupu u različite nizove
* Upoređivanje nizova u for petlji i brojanje neuspešno prepoznatih logatoma
* Izračunavanje procenta uspešnosti

A screen shot of a computer program

Description automatically generated with medium confidence

Слика 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.

**A picture containing text, diagram, line, plot

Description automatically generated**

Слика Grafik zavisnosti STI Koeficijenta od uspešnosti prepoznavanja logatoma

Rezultati eksperimenta su dati u sledećim tabelama.

Rezultati eksperimenta za merenje putem WhatsAppa-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 |

# 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 slucačejeve dobijamo sledeće grafikone koji nam dosta pokazuju o kvalitetu.

Određivanjem usrednjenog STI faktora dobijamo malo objektivniju sliku od kvalitetu 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 promenjljivog kvaliteta mobilne i WLAN mreže na predajnoj i prijemnoj strani, tako i zbog uslova u kojima su se nalazili slušaoci. Uzimajući u obzir neidalnosti merenja, STI koeficijent koji prelazi u proseku 0.5 predstavlja vrlo zadovoljavajuć rezultat.

# 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 različitijim 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.