

Kritički osvrt i komentar

Comparison of various Equalization Techniques for MIMO System under different Fading Channels
DOI: 10.1109/CESYS.2017.8321216

Novembar 14, 2020

Sažetak

Jedna od osnovnih ideja rada jeste korištenje upravo ekvalizacijskih tehnika zarad kompenzacije smetnji koje nastaju prilikom propagacije samog signala. U ovom slučaju posmatra se *wireless* komunikacija, za koju je poznato da je podložna prije svega šumu, zatim intersimbolskoj interferenciji (ISI) te različitim fading efektima. Pri tome se koriste BPSK modulacija, jer je pokazano da sistem ostvaruje bolje performanse nego korištenjem bilo koje druge modulacijske tehnike. Druga ideja je upravo pokazati kako korištenje različitih ekvalajzera kao i MIMO sistema doprinosi, prije svega u smanjenju grešaka u prenosu, ali i boljim karakteristikama sistema uopšte.

Poznato je da današnji sistemi traže visoke brzine pri prenosu podataka ali i bolju kvalitetu usluge, što nije moguće pružiti krajnjem korisniku ukoliko ne eliminišemo navedene efekte koji degradiraju signal. Prema tome može se reći da je osnovna ideja upravo to, pružiti zadovoljstvo krajnjem korisniku implementacijom te kombinovanjem navedenih tehnika.

Osnovni doprinos rada

Ovim radom jasno je pokazano kroz simulaciju u MATLAB okruženju koje ekvalizacijske tehnike i tehnike modulacije je potrebno koristiti za dobivanje najboljih performansi prilikom prenosa signala u AWGN kanalima, kao i kanalima sa Rayleigh-evim i Rice-ovim fadingom. To je osnovni doprinos rada i može se ocjeniti kao umjeren doprinos, ocjenom 3.

1. Ocjena osnovnog doprinosa rada

- *Zanačaj rada: 3*

Razlog za navedenu ocjenu je prije svega zbog toga što u ovom radu nije objavljeno neko veliko otkriće u svijetu telekomunikacija, već su analizirane već poznate tehnologije koje su rezonovane te su njihove karakteristike ispitivane kroz standardne fading kanale koji se proučavaju u akademskom svijetu te su njihove osobine dobro poznate, kao i ponašanje signala prilikom prolaska kroz ovakve kanale.

- *Da li su tvrdnje i zaključci rada u skladu sa eksperimentom?*

Eksperimentom je pokazano da su SNR vrijednosti bolje u Rayleigh-evom u odnosu na Rice-ov kanal za istu vrijednost BER-a, što je i pretpostavljeno u teorijskom dijelu rada. Pored toga u teorijskom dijelu je navedeno da najbolje performanse pri prijenosu daje MRC ekvalajzer što je pokazano u eksperimentalnom dijelu rada za Rayleigh-ev kanal korištenjem BPSK modulacije.

- *Da li su pretpostavke realistične?*

Same pretpostavke postavljene na početku rada realistične jer pretpostavljaju sve probleme do kojih može doći prilikom prijenosa signala u realnom *wireless* kanalu. Naravno, nikada se ne mogu postići jednako realistični rezultati koji bi bili postignuti da je mjeran signal u realnom okruženju umjesto simuliranja jednog takvog

okruženja. Za potrebe naučnog istraživanja može se reći da je eksperiment realističan i pristojno prikazuje rad realnog sistema.

- *Da li je ispravna postavka eksperimenta?*

Postavka eksperimenta je ispravna, prije svega jer prati teorijsku podlogu koja je navedena prije samog eksperimenta. Kako se i sami rezultati eksperimenta poklapaju sa teorijskim pretpostavkama možemo zaključiti da postavke eksperimenta zaista jeste ispravna.

- *Da li postoji eksperiment koji bi više doprinijeo ubjedljivosti metodologije?*

Veću uvjerljivost metodologije je moguće postići ako se uzmu u obzir neke druge modulacijske tehnike, pored BPSK modulacije koja je korištena. Pored toga, moguće je koristiti i neke druge propagacione kanale da bi se prikazalo ponašanje signala korištenjem istih ekvalajzera, te razmatrati koji od njih bi u tim slučajevima davao najbolje rezultate za smanjenje intersimbolske interferencije i bolji kvalitet na prijemu.

- *Da li je postoje druge opcije koje bi autori trebali razmotriti?*

Druga opcija koju bi autori mogli razmatrati jeste korištenje nekih drugih simulacijskih okruženja za jednake postavke eksperimenta kao što je to analizirano u MATLAB-u, ili eventualno postavljanje samog eksperimenta u realnom okruženju za dobivanje realističnijih rezultata.

- *Da li u radu postoje metodološke greške?*

U toku dosadašnjeg iščitavanja, istraživanja i analiziranja rada nisu otkrivene metodološke greške, ali u nastavku će biti detaljnije analiziran najprije eksperimentalni dio rada pri čemu će se izvršiti jednaka mjerenja u programskom okruženju MATLAB, te će se sa sigurnošću moći utvrditi da li postoje metodološke greške u samom rješenju.

- *Koja su najvažnija ograničenja korištenog pristupa?*

Pored svega navedenog rad ima svoja ograničenja. Najvažnije ograničenje je korištenje broja predajnih i prijemnih antena, jer se u ovom slučaju koriste samo dvije. Dakle, dvije predajne i dvije prijemne antene. To je dosta veliko ograničenje, jer se u realnim uslovima najčešće koristi veći broj za postizanje boljih performansi, naročito kada su u pitanju tehnologije koje tek dolaze. Kao primjer možemo navesti predaju i prijem signala u 5G mrežama, za koji se koristi MIMO princip ali sa najmanje 16 predajnih i prijemnih antena.

2. Tehnička ispravnost rada

- *Ocjena tehničke ispravnosti rada: 4*

- *Da li ste morali iznova i iznova čitati pojedina poglavlja rada?*

Rad je veoma koncizno i jasno napisan, tako da neko sa osnovnim predznanjem iz navedene oblasti može jasno da razumije osnovnu ideju samog rada, te da shvati ono što su autori rada htjeli da pokažu kroz eksperiment i teorijsku osnovu na početku. Stoga nije bilo potrebno nekoliko puta čitati pojedina poglavlja rada, ukoliko se prvi put rad čitao sa razumijevanjem i koncentracijom.

- *Da li su algoritmi (metodologija) jasno objašnjeni?*

Smatram da su pojedini algoritmi koji opisuju prije svega MIMO sistem trebali biti malo detaljnije objašnjeni. Pored toga, u radu se spominju tehnike kodiranja kao i određene modulacijske tehnike koje su nedovoljno ili nikako objašnjene. Zbog navedenih stvari je pored čitanja samog rada potrebno pročitati i referenciranu literaturu ukoliko se želi postići jasniji uvid u tematiku. Dakle, osnovna ideja i zaključci se mogu jasno i jednostavno shvatiti iz čitanja samog rada, dok je za nešto detaljnije objašnjavanje svih tehnika korištenih u radu ipak neophodno pročitati referenciranu literaturu zarad razjašnjavanja pojedinih nejasnoća do kojih eventualno može doći prilikom čitanja.

- *Da li rad ima jasan logički slijed?*

Rad ima jasan logički slijed, jer prije svega daje kratak uvod u tematiku koja će biti obrađivana, te nakon toga daje teorijsku podlogu potrebnu za praćenje eksperimentalnih rezultata. S obzirom na sve navedeno ocjena za tehničku ispravnost rada je 4.

- *Odgovorite na jedno od sljedeća tri pitanja:*

- *Koje lekcije bi istraživači i dizajneri sistema trebali zapamtiti iz ovog rada?*
- *Koji je dugotrajni učinak ovog rada?*
- *Koja pitanja su ostala neodgovorena u ovom radu?*

Istraživači i dizajneri su ovim radom ostavili neodgovoreno pitanje koje poteškoće u samu analizu i rad sistema uvode ekvalajzeri koje uvedemo u svoj sistem, kao i MIMO princip. Bez obzira što ekvalajzerima dobijamo određene beneficije, moramo izgubiti na nečem drugom, kao što su to npr. troškovi implementacije sistema. Pored toga, treba da zapamte da bez obzira na korištenje jednostavnih simulacijskih tehnika i ne toliko kompleksnog teorijskog znanja uspješno su napisali rad koji može biti od koristi studentima, ali i svima zainteresovanim za telekomunikacije, širom svijeta.

3. Komentar

Recenzirani rad nosi naziv *Comparison of various Equalization Techniques for MIMO System under different Fading Channels*. Bavi se ispitivanjem različitih ekvalizacijskih tehnika, u ovom slučaju to su *Zero forcing (ZF)*, *Maximal Ratio Combining (MRC)*, *Minimum Mean Square Error (MMSE)* i *Maximum Likelihood (ML)* za MIMO sisteme. Korištena je BPSK modulacija u AWGN kanalima, te kanalima sa Rayleigh-jevom i Rice-ovom fadingom. Pri tome je korištena BER analiza za različite fading kanale i različite ekvalizacijske tehnike i vršeno je poređenje performansi.

Rad daje veoma dobro objašnjenje navedene problematike, jer u teorijskom dijelu daje koncizno objašnjenje osnovnih pojmova, te prilikom eksperimenta dokazuje navedenu problematiku. Osnovne ideje rada su objašnjene te je dat osvrt na tehničku ispravnost. Sam rad može veoma dobro poslužiti prije svega studentima telekomunikacija da se upoznaju sa naprednim tehnikama za poboljšanje performansi sistema, te da shvate osnovne koncepte na kojima počivaju ove metode.

Generalno, mislim da je rad dobro napisan, naravno ima pojedine nedostate te postoji mjesta za samo poboljšanje, naročito dodavanjem dodatnih tehnika koje bi dale jasniji uvid u problem te njegovo rješavanje. Pored toga, razmatranjem novih propagacijskih kanala moguć je realističniji prikaz funkcionisanja samog sistema.