



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 07.09.2021. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Владимира Васића под насловом „Процена перформанси заштитних кодова примењених у јавним мобилним системима пете генерације“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Владимир Васић рођен је 06.06.1996. године у Гњилану. Завршио је основну школу "Учитељ Таса" у Нишу као носилац Вукове дипломе. Уписао је гимназију "Бора Станковић" у Нишу, природно-математички смер, коју је завршио као носилац Вукове дипломе. Електротехнички факултет уписао је 2015. године а дипломирао је 2019. године на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство, са просечном оценом 8,07. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за системско инжењерство и радио комуникације уписао је у октобру 2019. године. Положио је све испите са просечном оценом 8,80.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 70 страна, са укупно 37 слика, 13 табела и 28 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), као и списак коришћене литературе, списак слика, табела и скраћеница коришћених у раду.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Апострофиран је значај пете генерације јавних мобилних система (5G), као и разлози одабира кодова са проверама парности мале густине као примарног средства заштите преноса информација у 5G. Додатно, направљен је преглед осталих поглавља рада.

У другом поглављу је дат детаљан опис физичког слоја 5G комуникационог система. Укратко је описан развој 5G, унапређења у односу на претходну генерацију система, која укључују примену вишеантенских система и нових фреквенцијских опсега, као и различите комуникационе сценарије у којима је предвиђена примена 5G система. Представљени су типови комуникационих канала који се користе у оквиру 5G система, као и најзначајнији модули физичког слоја.

У трећем поглављу су детаљно представљени кодови са проверама парности мале густине (енг. *Low-Density Parity-Check, LDPC*). Уз мноштво нумеричких примера, описани су базични начини конструкције LDPC кодова и представљени ефикасни алгоритми за кодовање информација LDPC кодовима. Додатно направљен је детаљан преглед алгоритама декодовања LDPC кодова, који укључује декодовање мајоритетном логиком, *bit-flipping* декодовање, *Gallager A/B* алгоритама, *SPA*, *Min-Sum* и *Offset-Min-Sum* декодовање.

Четврто поглавље описује LDPC кодове примењене у оквиру 5G стандарда. Представљене су основе квази-цикличних кодова, којима припадају 5G-LDPC кодови. Приказан је алгоритам којим се изабира контролна матрица 5G-LDPC кода, на основу информација који физичком слоју достављају виши комуникациони слојеви. Описан је алгоритам за ефикасно кодовање информација 5G-LDPC кодом и дискутована је структура контролних матрица 5G-LDPC кодова.

У оквиру петог поглавља представљена је симулациона анализа са нумеричким резултатима. Дат је опис Монте Карло симулационог поступка, коришћеног за испитивање перформанси *5G-LDPC* кодова, као и математички опис комуникационих канала са Гаусовим шумом и Накагами-*m* федингом. Приказане су перформансе кодова изражене преко зависности вероватноће грешке по кодној речи (и биту) од односа енергије по симболу и средње спектралне густине снаге шума у каналу. Испитан је утицај типа алгорита декодовања, броја итерација декодовања, кодног количника кода, као и начина демапирања симбола на пријему, у каналу који одговара преносу информација у урбаним срединама и поред шума садржи и фединг, који се може описати Накагами-*m* расподелом.

Шесто поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај рада и правци даљих истраживања. Резимирани су главни доприноси рада.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Владимира Васића се бави проблематиком системске анализе поузданости преноса информација у оквиру *5G* комуникационог стандарда. Конкретно у раду су испитане перформансе *5G-LDPC* стандардизованих за потребе *eMBB* (енг. *Enhanced Mobile Broadband*) комуникација, које ће дизајнеру радио система омогућити прецизније буџетирање радио линкова, у односу на резултате приказане у документима која прате стандард. Показана је изражена зависност поузданости преноса информација од типа декодера који се користи, као и од начина на који се врши демапирање симбола у пријемнику. Нумерички је одређен ниво деградације перформанси услед појаве фединга у комуникационом каналу.

Основни доприноси рада су: 1) развој софтверског симулационог окружења физичког слоја *5G* комуникација које укључује заштитни кодер, мапер, на предаји, комуникациони канал, демапер и декодер на пријему; 2) предлог декодера који би се користио за декодовање *5G-LDPC* кодова (укључујући алгоритам декодовања, системске параметре декодера и број итерација декодовања) и 3) процена перформанси *5G-LDPC* кодова у каналу са Накагами-*m* федингом, на основу које је могуће одредити кодне добитке које остварују *5G-LDPC* кодови.

4. Закључак и предлог

Кандидат Владимир Васић је у свом мастер раду успешно анализирао проблем поузданости преноса информација у оквиру *5G* стандарда јавних мобилних комуникација. Извршена анализа омогућава детаљан увид у квалитет *5G-LDPC* кодова и даје смернице које могу бити од користи како приликом дизајнирања радио линкова, тако и при хардверској имплементацији физичког слоја *5G* стандарда.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Владимира Васића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 09. 09. 2021. године

Чланови комисије:


Др Срђан Бркић, доцент


Др Предраг Иваниш, редовни професор