



## 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 19.05.2020. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ивана Пружљанина под насловом „Детекција заузећа зоне коришћењем радара за индустријску примену“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

#### ИЗВЕШТАЈ

##### 1. Биографски подаци кандидата

Иван Пружљанин је рођен 1.11.1995. године у Београду. Завршио је основну школу "Лаза Костић" у Београду као вуковац. Уписао је Прву београдску гимназију, коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет је уписао 2014. године. Дипломирао је 2018. године са просечном оценом 9,49. Дипломски рад одбранио је у јулу 2018. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за електронику, уписао је у октобру 2018. године. Положио је све испите са просечном оценом 10.

##### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 42 странице, са укупно 36 слика и 10 референци. Рад садржи укупно 6 поглавља и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада, и дат је кратак преглед сардџаја мастер рада.

У другом поглављу је дат преглед теорије рада FMCW радарских сензора. Посебна пажња је посвећена радарским сензорима са више предајних и пријемних антена, као и концепту виртуелних антена.

У трећем поглављу је представљен пројектовани хардвер радарског сензора са чипом IWR6843, предвиђеног за рад у нелиценцираном 60 GHz опсегу учестаности. Пројектована је штампана плоча која на себи садржи предајне и пријемне антенске низове, као и остала кола потребна за рад радарског сензора.

У четвртном поглављу представљен је фирмвер који се извршава на радарском сензору. Детаљно је описан Капон алгоритам за одређивање правца наилажења електромагнетског таласа, којим се дводимензионална слика (мапа топлоте) објеката испред радарског сензора. Представљени су експериментални резултати имплементираног алгоритма на реализованом прототипу.

У петом поглављу је разматран алгоритам обраде сигнала за детекцију заузећа зоне на основу добијених мапа топлоте објеката испред радарског сензора. Алгоритам је имплементиран у програмском пакету Matlab и представљени су резултати.

Шесто поглавље је закључак у коме су сумирани резултати представљени у мастер раду.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Ивана Пружљанина се бави детекцијом заузећа зоне коришћењем радарског сензора у нелиценцираном 60 GHz опсегу учестаности. У овом раду мастер рада развијен је прототип радарског сензора са антенским низовима у предаји и пријему коришћењем чипа IWR6843. Имплементирани су алгоритми за одређивање правца наилажења електромагнетског таласа у интегрисаном процесору сигнала на радарском сензору и алгоритми за одређивање заузећа зоне на рачунару.

Детекција заузећа зоне је веома актуелна тема у индустријским и комерцијалним применама. Применом радарског сензора избегавају се проблеми који се могу јавити при коришћењу других сензора, нпр. прашина или слабо осветљење.

У оквиру мастер рада имплементиран је Капон алгоритам за одређивање правца наилажења електромагнетског таласа на интегрисаном процесору сигнала. Применом Капон алгоритма на податке добијене из FMCW радарског сензора се формира дводимензионална мапа топлоте која садржи информацију о углу, растојању и снази рефлектованог таласа. Даљом обрадом мапа топлоте се добија информација о заузећу зоне. У циљу раздвајања правих од нежељених рефлексија (енгл. clutter) развијен је CFAR - Constant False-Alarm Rate алгоритам у три варијанте: CFAR-CA, CFAR-CAGO и CFAR-CASO. Такође је развијен и кластеринг алгоритам који групише детектоване тачке у објекте. На крају, коришћен је и Калманов алгоритам како би се смањила грешка одређивања позиције мете у простору. Развијени прототип може обрадити четири топлотне мапе у секунди. Применом развијеног прототипа и имплементираних алгоритама могуће је детектовати заузеће зоне у индустријским и комерцијалним применама.

Основни доприноси рада су: 1) пројектовање и реализација прототипа радарског сензора; 2) имплементација Капон алгоритма за одређивање правца наилажења електромагнетског таласа на интегрисаном процесору сигнала; 3) имплементација CFAR алгоритама за детекцију заузећа зоне на рачунару.

### 4. Закључак и предлог

Кандидат Иван Пружљанин је у свом мастер раду успешно приказао теорију, алгоритме, прототип и резултате детекције заузећа зоне коришћењем радарског сензора у нелиценцираном 60 GHz опсегу учестаности. У оквиру мастер рада развијен је комплетан систем који се може користити у пракси.

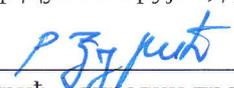
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 25. 08. 2020. године

Чланови комисије:

  
Др Душан Грујић, доцент.

  
Др Радивоје Ћурић, ванредни професор.