

ИЗВЕШТАЈ

о прегледу мастер рада

„ μ C/OS2 оперативни систем за рад у реалном времену за ARM Cortex M3 микроархитектуру и његова примена у контроли дигиталне црне кутије“

кандидата Владимира Кузмановића

Одлуком Научно-наставног већа Математичког факултета донетом на седници одржаној 09.09.2016. године именовани смо за чланове комисије за преглед и одбрану мастер рада под називом: „ μ C/OS2 оперативни систем за рад у реалном времену за ARM Cortex M3 микроархитектуру и његова примена у контроли дигиталне црне кутије“ кандидата Владимира Кузмановића, студента мастер студија на студијском програму Математика на Математичком факултету (модул: Рачунарство и информатика).

I Област рукописа

Рукопис „ μ C/OS2 оперативни систем за рад у реалном времену за ARM Cortex M3 микроархитектуру и његова примена у контроли дигиталне црне кутије“ кандидата Владимира Кузмановића, представља опис прилагођавања μ C/OS2 оперативног система за рад у реалном времену ARM Cortex M3 микроархитектури и његове примене у контроли дигиталне црне кутије.

II Структура рукописа и кратак приказ

Рад се састоји од тринаест делова:

1. Увод садржи кратак опис неколико проблема који изискују снимање података у реалном времену приликом извођења компликованих и опасних експеримената, тј. износи се низ разлога због којих би црну кутију требало укључити као саставни део испитиваног уређаја. Описани су циљеви који су постављени на почетку рада на самом софтверу као и

минимални хардверски захтеви који осигуравају сврсисходност постојања саме црне кутије.

2. У другом поглављу описана је хардверска архитектура која је изабрана приликом израде црне кутије. Поред описа самих процесора и трајне меморије, наведени су и разлози због којих изабране компоненте могу да се користе у црној кутији. Такође, набројани су и сви комуникациони протоколи који су неопходни за правилан рад црне кутије.
3. У трећем делу детаљно су описани комуникациони протоколи који се користе приликом комуникације са спољним светом и комуникације са меморијом. Објашњен је серијски начин комуникације са спољним светом употребом UART контролера. Такође, наведене су предности употребе DMA контролера у контроли серијске комуникације и детаљно је објашњен SPI протокол којим се комуницира са уграђеном трајном меморијом. Додатно, описан је и општи улаз/излаз као најједноставнији механизам дигиталне комуникације.
4. У четвртном делу описано је прилагођавање $\mu\text{C}/\text{OS2}$ оперативног система платформи ARM Cortex M3. Детаљно је описан механизам заштите критичних секција и начин контроле прекида. Такође, описан је начин мерења протеклог времена уз помоћ бројача циклуса. Затим, детаљно је објашњен механизам промене контекста и контроле екстерних прекида.
5. Пети део посвећен је контроли послова у оквиру оперативног система. Описана су могућа стања послова и начини на који послови могу да пређу из стања у стање. Такође, описан је начин представљања послова уз помоћ контролног блока посла, организовање послова по листама стања као и механизам распоређивања послова.
6. У шестом делу описан је начин синхронизације послова и синхронизације употребе ресурса у оквиру оперативног система. Приказан је модел синхронизације ресурса уз помоћ семафора, при чему су описани креирање, брисање, чекање и сигнализирање семафора. Такође, описан је модел синхронизације приступа заједничким променљивама уз помоћ катанца. Описан је проблем инверзије приоритета приликом синхронизације као и могуће решење истог. Описани су механизми за креирање, брисање, чекање и сигнализирање катанцу. Затим, приказан је и начин ефикасног коришћења распоређивача током извршавања оперативног система.
7. У седмом делу описани су услови којима се омогућава коректно извршавање оперативног система. Такође, наведен је детаљан поступак покретања оперативног система којим се осигурава правилно извршавање и распоређивање кориснички дефинисаних послова.

8. У осмом делу описано је креирања контролног програма за црну кутију. Прво је описана општа структура угнеђеног програма, а затим и начин провере исправности процесора. Приказан је развој управљачког програма за UART контролер којим се комуницира са спољним светом и механизам синхронизације послова приликом коришћења UART контролера. Затим, приказан је развој управљачког програма за SPI контролер којим се комуницира са трајном меморијом и детаљно је објашњен протокол за комуникацију са уграђеном трајном меморијом. Описан је начин надгледања напајања у систему и објашњене су предности и мане прозивања уређаја у односу на стандардни приступ контроле уређаја уз помоћ прекида. На крају, дефинисани су и објашњени сви послови неопходни за коректно функционисање црне кутије као и начин синхронизације самих послова.
9. Девети део описује начин покретања црне кутије и коректан начин употребе. Детаљно је описан скуп команди које црна кутија нуди кориснику након укључења као и скуп информација које црна кутија шаље кориснику. Описан је начин на који се прелази из конфигурационог режима у режим рада као и све команде које су доступне кориснику у режиму рада. Поред детаљног описа сваке од доступних команди, наведене су и неке смернице које би корисник требало да има у виду уколико жели ефикасно да користи црну кутију.
10. У десетом делу приказани су снимци и резултати добијени у експериментима. Наведена су три експеримента у којима је учествовала црна кутија. Прва два експеримента спадају у групу стварних експеримената, док трећи представља експеримент у лабораторији. Први експеримент је приказ понашања црне кутије у експерименту са идеалним исходом. Други експеримент илуструје могућност добијања употребљивих резултата и у случају да црна кутија не преживи експеримент. Трећи експеримент спада у групу лабораторијских тестова и служи само за потврду коректности рада целог система.
11. У једанаестом делу наведене су неке идеје за унапређење саме црне кутије, како у хардверском тако и у софтверском смислу. Главни циљеви наведених унапређења су отклањање недостатака у начину комуникације црне кутије са спољним светом и повећање поузданости система. Сва унапређења имају за циљ лакше и брже откривање грешака уколико до њих дође.
12. Дванаести део представља закључак у коме је приказан кратак преглед целокупног рада. Дат је и осврт на постигнуте резултате у стварној примени црне кутије као и осврт на могући правац који би требало да прате унапређења црне кутије у будућности.
13. У тринаестом делу описана је апликација за контролу и конфигурисање црне кутије уз помоћ рачунара. Описан је неопходан хардвер за

повезивање црне кутије и рачунара као и подешавање саме апликације за комуникацију са црном кутијом. Описан је поступак којим се тестира серијска комуникација између црне кутије и рачунара, као и редослед операција неопходних за подешавања црне кутије за учествовање у експерименту. Затим, описан је поступак којим се проверава исправност уграђене трајне меморије као и за подешавање параметара за надгледање напајања. На крају, описан је начин за тумачење и приказивање садржаја у трајној меморији уз помоћ софтверског пакета Matlab.

Рукопис има 106 страна текста, формата А4, укључујући списак од 11 библиографских јединица.

III Анализа рукописа

У раду је описано прилагођавање $\mu\text{C}/\text{OS2}$ оперативног система за рад у реалном времену ARM Cortex M3 микроархитектури и његова примена у контроли дигиталне црне кутије. Описани су услови који су диктирали избор хардвера као и софтверска решења. Детаљно је описано прилагођавање оперативног система изабраној архитектури, заштита критичних секција, промена контекста, контрола прекида, механизам контроле и распоређивања послова и начини синхронизације ресурса помоћу семафора и синхронизације приступа дељеним променљивама уз помоћ катанаца. Такође, поступно је приказано креирање управљачких програма за све периферне уређаје који су потребни за правилно функционисање црне кутије. Описан је развој контролног програма за црну кутију као и начин синхронизације неопходних кориснички дефинисаних послова. У раду су приказани резултати из експерименталне употребе црне кутије, како у стварним тако и у лабораторијским условима. Затим, изложене су неке идеје за побољшање поузданости рада црне кутије. На крају, описана је РС апликација задужена за контролу и подешавање црне кутије, као и за приказивање и тумачење снимљених података у црној кутији.

Комисија констатује да резултати овог рада представљају занимљив допринос пројектима за рад у реалном времену и угнежденим системима уопште. Такође, у раду су описани проблеми који се јављају током прилагођавања оперативног система изабраној архитектури и решења тих проблема која могу бити искоришћена у развоју других пројеката за рад у реалном времену.

Као чланови комисије пратили смо писање овог рукописа и дали аутору низ примедби, захтева и сугестија, које је он прихватио и обрадио у финалној верзији текста.

IV Закључак и предлог

Реализацијом овог рада и пратећом имплементацијом адекватних алгоритама кандидат Владимир Кузмановић показао је висок степен стручног знања. На основу свега наведеног Комисија предлаже да се рукопис под насловом:

„ μ C/OS2 оперативни систем за рад у реалном времену за ARM Cortex M3 микроархитектуру и његова примена у контроли дигиталне црне кутије“

прихвати као мастер рад и да се закаже његова јавна усмена одбрана.

У Београду, 20. 09. 2016.

Чланови комисије:

проф. др Мирослав Марић, ментор

проф. др Миодраг Живковић

проф. др Филип Марић