

UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA
Broj: 3013
Podgorica, 10.12.2019.godine

UNIVERZITET CRNE GORE
ODBOR ZA DOKTORSKE STUDIJE

PREDMET: Dostava Izveštaja

Shodno odredbama Vodiča za doktorske studije u prilogu akta vam dostavljamo odluku o usvajanju Izveštaja Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata mr Darka Skupnjaka, koju je donijelo Vijeće Mašinskog fakulteta u Podgorici, na svojoj sjednici koja je održana 6.12.2019.godine.

U prilogu dostavljamo prateću dokumentaciju.

S poštovanjem,



DEKAN,

Prof. dr. Igor Vušanović

UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA
Broj: 3012
Podgorica, 10.12.2019.godine

Na osnovu člana 64. Statuta Univerziteta Crne Gore (Bilten UCG br. 337 – posebno izdanje od 13. Februara 2015.godine), Izvještaja Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata i Komisije za doktorske studije MF, Vijeće Mašinskog fakulteta u Podgorici, na sjednici održanoj 6.12.2019.godine, donijelo je sljedeću –

ODLUKU

I Usvaja se Izvještaj Komisije za ocjenu podobnosti doktorske teze pod nazivom: „Istraživanje mogućnosti za poboljšanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja 4WD-4WSS off-road mobilnih robota“ kandidata mr Darka Skupnjaka i odobrava izrada doktorske teze pod navedenim nazivom, imenovanom kandidatu.

II Odluku o prihvatanju podobnosti doktorske teze i kandidata donosi Senat, na predlog Odbora za doktorske studije.

Obrazloženje

Nakon što je doktorand podnio prijavu teme doktorske disertacije, Vijeće Fakulteta je konstatovalo da tema formalno ispunjava uslove za prijavu teme i predložilo Komisiju za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata pod nazivom: „Istraživanje mogućnosti za poboljšanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja 4WD-4WSS off-road mobilnih robota“, nakon čega je Senat, na sjednici od 28.10.2019.godine imenovao Komisiju za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata, u sastavu: prof. dr Marina Mijanović Markuš, prof. dr Radoš Bulatović i prof. dr Radoslav Tomović.

Doktorand Darko Skupnjak je potom 19.11.2019.godine, javno prezentovao polazna istraživanja doktorske disertacije, o čemu je Komisija za doktorske studije obavijestila javnost preko sajta MF i sajta UCG.

Komisija za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata je podnijela izvještaj 26.11.2019. godine, nakon čega je isti, na predlog Komisije za doktorske studije MF, Vijeće fakulteta usvojilo, na sjednici održanoj 6.12.2019.godine.

Na osnovu naprijed iznijetog odlučeno je kao u dispozitivu Odluke.

DODSTAVLJENO:

- Odbor za doktorske studije
- St.slужba
- Sekretaru
- a/a



DEKAN,

Prof. dr Igor Vušanović

OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	Mr Darko Skupnjak
Fakultet	Mašinski fakultet
Studijski program	Mašinstvo
Broj indeksa	3/2012
Podaci o magistarskom radu	Razvoj automatizovanog uređaja za <i>in-line</i> kontrolu kliznih ležajeva, Naučna oblast: Konstruisanje savremenih tehničkih struktura, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, (2009), A (10.00)
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Službeni jezik	Istraživanje mogućnosti za poboljšanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja 4WD-4WSS <i>off-road</i> mobilnih robota
Engleski jezik	Research of possibilities to improve stability and maneuverability of 4WD-4WSS <i>off-road</i> mobile robots
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća fakulteta	21.03.2019.
Naučna oblast doktorske disertacije	Konstruisanje savremenih tehničkih struktura
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Mašinski fakultet u Podgorici, Univerzitet Crne Gore	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
Javna odbrana polaznih istraživanja za izradu doktorske disertacije kandidata mr Darka Skupnjaka pod nazivom: Istraživanje mogućnosti za poboljšanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja 4WD-4WSS <i>off-road</i> mobilnih robota, održana su na Mašinskom fakultetu Univerziteta Crne Gore, dana 19.11.2019. godine sa početkom u 13 sati u sali 224. Na osnovu odluke Senata UCG br. 03-977/2, od 28.10.2019, komisija za odbranu polaznih istraživanja bila je u sledećem sastavu: 1. Prof. Dr Marina Mijanović Markuš, predsjednik, 2. Prof. Dr Radoš Bulatović, član 3. Prof. Dr Radoslav Tomović, mentor – član. Na osnovu javne prezentacije i odbrane polaznih istraživanja komisija je zaključila sledeće: Kandidat je na veoma kvalitetan način obrazložio izazovnu i danas veoma aktuelnu problematiku razvoja terenskih mobilnih robota. Koristeći veliki broj literaturnih izvora, kandidat je kroz detaljnu analizu dosadašnjih istraživanja u ovoj oblasti, veoma uspešno objasnio aktuelnost i opravdanost predložene teme za izradu doktorske disertacije, sa posebnim osvrtom na	

problematiku stabilnosti i sposobnosti manevrisanja terenskih mobilnih robota. Na osnovu analize dosadašnjih istraživanja kandidat je definisao i predstavio osnovne ciljeve i očekivani naučni doprinos svoje doktorske disertacije. Nakon toga kandidat je obrazložio hipoteze koje će biti provjerene u toku izrade doktorske disertacije. Na osnovu definisanih ciljeva kandidat je na kraju predstavio i obrazložio program i plan svog naučno-istraživačkog rada i predložio metode koje će koristiti u svom radu na izradi doktorske disertacije.

Po završetku izlaganja kandidata, članovi komisije su dali svoje komentare, postavili pitanja i dali sugestije za kvalitetniji nastavak rada na izradi disertacije. Svi članovi komisije su bili saglasni da se radi o jednoj veoma izazovnoj, kompleksnoj i savremenoj temi, koja će širom otvoriti vrata za veliki broj novih istraživanja u oblasti razvoja terenskih i mobilnih robota na Mašinskom fakultetu i Univerzitetu Crne Gore.

B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

B1. Obrazloženje teme

Više od petnaest godina posebna pažnja u svijetu se posvećuje razvoju servisnih robota i mobilnih robotskih platformi koje se mogu primjenjivati za različite svrhe, pa često i za ne tehnička područja. Razvijen je veliki broj robota za medicinsku njegu, nadzor objekata i terena, pretraživanje minskih polja, istraživanje svemira itd. Napredak u razvoju servisnih robota proizilazi iz potrebe za sve većom efikasnošću, fleksibilnošću, produktivnošću i učešćem servisnih robota u obavljanju različitih zadataka. Servisni roboti sve češće u potpunosti mijenjaju čovjeka u izvođenju različitih operacija, redukujući tako njegovo radno opterećenje, ali i nivo ljudskog stresa i rizik od povređivanja. Prema Međunarodnoj federaciji za robotiku (IFR), *"Servisni robot je robot, koji djeluje polu ili potpuno autonomno za obavljanje usluga korisnih za dobrobit ljudi i opreme, isključujući proizvodne operacije"*.

Roboti koji mogu efikasno i potpuno autonomno da funkcionišu na nepoznatom i/ili ekstremnom terenu još uvijek ne postoje. Terenski roboti namijenjeni za zadatke u otvorenom okruženju moraju da se prilagode gruboj, manje strukturiranoj sredini, pa samim tim mogućnosti za njihovim upravljanjem, a pogotovo za autonomnim kretanjem su izrazito ograničene. Glavni problemi za ispravno i efikasno funkcionisanje terenskih mobilnih robota vezuju se sa problemima stabilnosti i sposobnosti manevrisanja mobilnih platformi na nekonfigurisanom i nepoznatom terenu. Problemi stabilnosti i unapređenja sposobnosti manevrisanja su danas glavni predmet istraživanja u oblasti mobilne robotike, i predstavljaju ključna težišta istraživanja ove doktorske disertacije.

U principu postoje tri osnovna lokomocijska sistema na osnovu kojih se realizuje kretanje mobilnih robota: kao točkaši tipa rovera, kao gušjeničari i na bazi hodajućih mehanizama. Mobilne platforme tipa rovera se najčešće primjenjuju sa šest ili osam točkova. Povećanjem broja točkova povećava se stabilnost platforme, ali se smanjuje sposobnost manevrisanja i upravljanje platformom je znatno komplikovanije. Kao najbolji se pokazao rover sa šest točkova, jer postoji velika fleksibilnost točkova i manja je težina u poređenju sa roverom sa osam točkova. Međutim, rover sa četiri točka, uz efikasno rješavanje konstrukcije sistema suspenzije (oslanjanja) i upravljanja točkovima bi u mnogim aplikacijama pokazao mnogo bolje rezultate, u prvom redu zbog boljih manevarskih sposobnosti i mogućnosti za upravljanje ovakvim platformama.

Upravo to je i osnovni predmet istraživanja u okviru ove disertacije: **istraživanje mogućnosti za poboljšanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja terenskih (off-road) mobilnih robota sa pogonom na sva četiri točka (4 Wheel Drive – 4WD) i sa upravljanjem skretanjem sva 4 točka (Four Wheel Steerable – 4WS) i nezavisnim vješanjem točkova.**

Većina mobilnih robota koji imaju upravljanje na svim točkovima, kakvi su npr. američki Mars roveri novije generacije ili evropski Exomars roveri, imaju mogućnost zaokretanja svih točkova bez pomoći posebnih mehanizama (mehaničkih ili hidrauličkih). U tim slučajevima se promjena pravca točkova, vrši sopstvenim motorom, za svaki točak pojedinačno, a sinhronizacija se reguliše softverski. To značajno komplikuje upravljanje kretanjem ovih platformi. Nedostatak sinhronizacije između točkova, što se često dešava, povećava klizanje, što negativno utiče na veliki broj performansi robota, u prvom redu na njegovu stabilnost, sposobnost manevrisanja i stvara velike gubitke energije, što je takođe značajna karakteristika mobilnih robota. Veliki gubici energije izazivaju brže pražnjenje baterija, zahtijevaju češće punjenje ili zahtijevaju baterije većeg kapaciteta, što povećava težinu robota odnosno smanjuje njegovu nosivost.

Generalno gledano, upravljanje kretanjem vozila sa većim brojem stepeni slobode je izazovan projektni zadatak. Teškoće proizilaze iz kinematičkih ograničenja između stepeni slobode, kao i stepena prijanjanja svih točkova na podlogu, naročito pri kretanju po neravnom terenu. Ako se izgubi potpuna prionjivost točkova na podlogu, sistem dobija nove stepene slobode, što ograničava mogućnost upravljanja istim, stvara uslove za njegovo haotično kretanje i gubitak stabilnosti. Cilj je dobiti takvu konfiguraciju za oslanjanje mobilne platforme na četiri točka koja će obezbijediti maksimalnu upravljivost, sposobnost manevrisanja i stabilnost robota za različita okruženja.

B2. Cilj i hipoteze

Cilj istraživanja ove disertacije je razvoj optimalne konfiguracije mobilne platforme 4WD-4WSS terenskog mobilnog robota, koja će obezbijediti optimalne performanse u pogledu sposobnosti manevrisanja, upravljivosti i stabilnosti robota pri kretanju po izrazito neravnom terenu. Razvijeno rješenje koje će obezbijediti istovremeno sinhrono zakretanje svih točkova, pomoću jednog pogona i sa jednog mjesta, što će značajno pojednostaviti algoritam upravljanja i povećati pouzdanost i efikasnost kretanja robota. Razvijena konfiguracija mora da obezbijedi što manje proklizavanje prilikom kretanja i što bolje manevarske sposobnosti, odnosno što veći ugao zaokretanja točkova, bez većih odstupanja od trenutnog centra rotacije vozila.

Takođe je cilj da se razvije nova konfiguracija nezavisnog fleksibilnog vješanja točkova, koja treba da zadovolji stabilnost robota i povećća sposobnost savladavanja prepreka na nekonfigurisanom terenu. Sistem vješanja treba da omogući nezavisno pomjeranje točkova u vertikalnoj ravni pri nailasku na neravnine i ne smije uticati na mehanizam za upravljanje skretanjem mobilne platforme.

Kandidat je u okviru polaznih istraživanja postavio pet hipoteza čijim dokazivanjem će obezbijediti ispunjenje gore navedenih ciljeva doktorske disertacije.

1) *Razvijeni sistem vješanja obezbjeđuje odličnu stabilnost vozila i odlično prijanjanje sva četiri točka na podlogu tokom kretanja mobilnog robota po neravnom, nestrukturisanom terenu sa ukupnom visinom neravnina do 1/3 visine točka robota.*

Ispunjenje ove hipoteze dokazuje stabilnost kretanja robota po neravnom terenu i smanjuje se šansa da će robot da zastane na prepreci gore definisane visine.

2) *Razvijeni prostorni polužni mehanizam za upravljanje pravcem kretanja terenskog mobilnog robota obezbjeđuje upravljanje i sinhrono zakretanje sva četiri točka robota, sa jednog mjesta, odnosno pomoću jednog pogona i jedne komande, pri čemu se ose oko kojih se obrću točkovi robota u svakom trenutku sijeku u trenutnom polu brzina sa greškom od ± 20 mm u svim smjerovima, odnosno pravi osa oko kojih se obrću točkovi mobilnog robota moraju u svakom trenutku sjeći sferu poluprečnika 20 mm, čiji se centar poklapa sa trenutnim polom brzina ravne figure terenskog mobilnog robota.*

Kretanje mobilnog robota se može posmatrati kao ravno kretanje krutog tijela. Prema definiciji, pri ravnom kretanju krutog tijela postoji jedna tačka čija je brzina jednaka nuli, koja se zove trenutni pol brzina ravne figure (Pv). Ako se ose obrtanja tačkova u datom trenutku vremena sijeku u trenutnom polu brzina, obezbijedilo bi se kretanje bez klizanja. Ovaj uslov se naziva Akermanov kinematički uslov. Naravno, ovaj uslov je moguće ispuniti samo teoretski. Veće odstupanje od ovoga uslova izazvaće i veće klizanje u toku kretanja i obrnuto. Zadovoljenje gore definisanih tolerancija za odstupanje položaja osia obrtanja od trenutnog pola brzina mobilnog robota, obezbjeđuje minimalno klizanje prilikom kretanja robota.

- 3) *Razvijeni mehanizam za upravljanje pravcem zakretanja tačkova obezbjeđuje kretanje robota sa zanemarljivim klizanjem, sa minimalnim radijusom rotacije platforme koji je manji od polovine rastojanja između zamišljene osovine prednjeg i zadnjeg para tačkova robota, što garantuje bolje manevarske sposobnosti od drugih robota tipa rovera, koji imaju do sada poznate mehaničke sisteme upravljanja.*
- 4) *Kinematika razvijenog mehanizma za upravljanje pravcem skretanja tačkova obezbjeđuje glatko kretanje robota, sa maksimalnim promjenama kinematičkih veličina koje opisuju kretanje središnje tačke platforme robota koje ne prelaze 10% u intervalu vremena od 1 sekunde.*

Glatko kretanje je kretanje kod koga ne dolazi do naglih promjena kinematskih karakteristika, kao što su nagle promjene pravca i smjera kretanja, kao i promjene brzine i ubrzanja.

- 5) *Razvijeni mehanizam oslanjanja obezbjeđuje potpunu nezavisnost sistema upravljanja kretanjem robota od sistema oslanjanja i konfiguracije terena, do visine neravnina terena koje ne prelaze 1/3 visine tačka.*

B3. Metode i plan istraživanja

Rješavanje kompleksno postavljenog zadatka u okviru izrade doktorske disertacije zahtijeva korištenje velikog broja različitih analitičkih, numeričkih i eksperimentalnih metoda, kao i određenog broja specifičnih metoda iz oblasti projektovanja i konstruisanja proizvoda od kojih izdvojamo sledeće:

- Konstruisanje mobilne platforme za robot „MNE-ROBECO“ geometrijskim modeliranjem primjenom softvera Autodesk Inventor. Numerički proračuni nosivosti konstrukcije će se raditi primjenom softverskog paketa ANSYS.
U okviru istraživanja za doktorsku disertaciju će biti projektovana i fizički izvedena mobilna platforma za terenski mobilni robot „MNE-ROBECO“.
- Konstruisanje prostornog mehanizma za upravljanje mobilnim robotom „MNE-ROBECO“, primjenom metoda sinteze mehanizama uz softversku podršku Autodesk Inventor.
- Za mobilni robot „MNE-ROBECO“ će se projektovati jedinstveni prostorni mehanizam za upravljanje pravcem kretanja robota, odnosno usmjeravanjem tačkova. Za to će se koristiti metode sinteze mehanizama uz softversku podršku Autodesk Inventor-a.
- Proračun potrebne sile i obrtnog momenta za okretanje tačkova po podlozi, analitičkim i numeričkim proračunima uz primjenu MATLAB-a.
- Konstruisanje sistema vješanja tačkova za mobilni robot „MNE-ROBECO“ geometrijskim modeliranjem primjenom softvera Autodesk Inventor. Numerički proračuni nosivosti konstrukcije će se raditi primjenom softverskog paketa ANSYS.
- Kinematička i dinamička analiza elemenata prostornog mehanizma za upravljanje pravcem kretanja mobilnog robota „MNE-ROBECO“ sa analitičkim i numeričkim proračunima primjenom softverskih alata koje pružaju softveri MATLAB, Autodesk Inventor i ANSYS.

- Kinematička i dinamička analiza pogonskog podskopa mehanizma za upravljanje pravcem kretanja mobilnog robota "MNE-ROBEKO" sa analitičkim i numeričkim proračunima primjenom softverskog paketa MATLAB.
- Kinematička i dinamička analiza elemenata sistema vješanja točkova mobilnog robota "MNE-ROBEKO" sa analitičkim i numeričkim proračunima primjenom softverskih alata koje pružaju softveri MATLAB, Autodesk Inventor i ANSYS.
- Simulacija kretanja mobilnog robota sa analitičkim i numeričkim proračunima primjenom softverskih alata koje pružaju softveri MATLAB i Autodesk Inventor.
- Eksperimentalna provjera postavljenih hipoteza.

B4. Naučni doprinos

Zbog problema stabilnosti robota većina do sada razvijenih mobilnih platformi za terenske mobilne robote tipa rovera posjeduju sistem oslanjanja baziran na šest ili osam točkova. Veći broj točkova povećava stabilnost robota, ali umanjuje njegovu sposobnost manevrisanja i značajno uslođnjava sistem upravljanja.

Cilj istraživanja ove disertacije je razvoj optimalne konfiguracije mobilne platforme koja bi se oslanjala na četiri točka. Svaki od točkova bi imao svoj nezavisni pogona, ali bi se upravljanje kretanjem platforme obavljalo preko jednog pogona, istovremenim sinhronim zakretanjem sva četiri točka. Da bi se to ostvarilo u radu će se razviti originalan mehanički upravljački sistem sa jednim stepenom slobode (jednim pogonom-motorom), koji treba da obezbijedi kretanje platforme sa zanemarljivim klizanjem. Sve ovo značajno uprošćava sistem upravljanja kretanjem robota, jer se upravljanje zakretanjem točkova obavljalo preko jedne komande, sa jednog mjesta.

Ovakvo rješenje za sinhronizaciju kretanja i upravljanja svim točkovima mobilne platforme je potpuno novo, do sada u svijetu nije nigdje primjenjivano, niti projektovano i predstavlja jedinstven pokušaj rješavanja problema upravljanja zakretanjem točkova preko jedne komande i sa jednog mjesta.

Pored toga kretanje sa minimalnim klizanjem, koje će se dobiti primjenom ovakvog rješenja predstavlja značajan napredak u razvoju upravljačkih mehanizama mobilnih robota, pa i vozila sa pogonom na sva četiri točka. Kretanjem sa minimalnim klizanjem ili bez klizanja se značajno smanjili gubici energije zbog trenja, što je posebno značajno za mobilne robote čije se napajanje obezbjeđuje prvenstveno putem baterija. Smanjenja gubitaka energije i uopšte povećanje energetske efikasnosti su danas najaktuelnije naučno-istraživačke teme u svijetu i u svim poljima nauke i tehnike.

Takođe, očekuje se da se u okviru disertacije razvije i potpuno nov i jedinstven u svijetu dinamički sistem za vješanje točkova. Uz male rekonstrukcije razvijeni sistem vješanja će moći da se primijeni na svim tipovima mobilnih robota i vozila, kao i na automobilima. Sistem vješanja treba da omogući nezavisno pomjeranje točkova u vertikalnoj ravni pri nailasku na neravnine i neće uticati na mehanizam za upravljanje skretanjem mobilne platforme

Očekuje se da će sistem upravljanja 4WSS i nezavisni sistem vješanja točkova robotu "MNE-ROBEKO" obezbijediti potrebnu stabilnost, uz manevarsku sposobnost i upravljivost koja je bolja od mobilnih robota iste klase. Ovo će biti provjereno eksperimentalno, tj. ispitivanjem rada robota u realnim uslovima, odnosno na neravnom terenu i kretanjem preko vještački napravljenih prepreka.

Oba sistema, kao i sâm mobilni robot, predstavljaju potpuno nova rješenja i jedinstvene su konstrukcije, kakve ne postoje nigdje u svijetu.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

Mašinski fakultet Univerziteta Crne Gore posjeduje značajne laboratorijske, hardverske i softverske kapacitete za uspješnu realizaciju ove doktorske disertacije. Projektovanje mobilne platforme i sve potrebne simulacije će se obaviti na računarskoj radnoj stanici koju posjeduje fakultet. Fakultet takođe posjeduje i licencirane softvere za projektovanje Autodesk Inventor, ANSYS i MATLAB. Konstrukciju mobilne platforme, kao i sve potrebne elemente za izvođenje eksperimenta je takođe u cijelosti moguće izraditi u Laboratoriji Mašinskog fakulteta u Podgorici. Ovdje treba posebno istaći da je dio finansijskih sredstava obezbijeden i osnovna konstrukcija mobilne platforme već napravljena u okviru Nacionalnog projekta, finansiranog od Ministarstva nauke Crne Gore, pod nazivom "Projekat višefunkcionalnog servisnog mobilnog robota "MNE_ROBECO", koji je realizovan u periodu od 2013-2017. Na ovu platformu treba da se u narednom periodu implementiraju mehanizmi za upravljanje i suspenziju robota koji treba da se razviju u okviru ove disertacije.

Mišljenje i prijedlog komisije

Nakon uvida u materijal Polaznih istraživanja, veoma uspješnog prezentovanja i javne odbrane polaznih istraživanja i odgovora na postavljena pitanja, Komisija ima mišljenje da je odabrana tema doktorske disertacije veoma aktuelna i originalna, da ima jasan cilj i naučni doprinos i da su hipoteze koje treba dokazati adekvatno definisane i postavljene. Dosadašnja polazna istraživanja, koja je kandidat priložio u obliku pisanog materijala i prezentovao na javnoj odbrani, predstavljaju odličnu osnovu i daju garanciju za uspješnu realizaciju ciljeva koji su postavljani.

Na osnovu svega gore izrečenog Komisija preporučuje Vijeću Mašinskog fakulteta i Senatu UCG da usvoji doktorsku tezu pod predloženim nazivom:

Istraživanje mogućnosti za poboljšanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja 4WD-4WSS off-road mobilnih robota,

i omogući doktorantu mr Darku Skupnjaku dalji rad na istraživanjima i izradi doktorske disertacije.

Predlog izmjene naslova

/

Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora

/

Planirana odbrana doktorske disertacije

kraj 2020

Izdvojeno mišljenje

/

Ime i prezime

Napomena

/

ZAKLJUČAK		
Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija	<u>DA</u>	NE
Tema je originalan naučno-istraživačkog rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	<u>DA</u>	NE
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljeni cilj i dokaže hipoteze.	<u>DA</u>	NE
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata		
Prof. Dr Marina Mijanović Markuš, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet u Podgorici, Crna Gora	<i>M. Mijanović Markuš</i>	
Prof. Dr Radoš Bulatović, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet u Podgorici, Crna Gora	<i>R. Bulatović</i>	
Prof. Dr Radoslav Tomović, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet u Podgorici, Crna Gora	<i>R. Tomović</i>	
U Podgorici, 25.11.2019 DEKAN MP		

PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI TEME I KANDIDATA	
Prof. Dr Marina Mijanović Markuš, redovni profesor, predsjednik	1. Zašto ste odabrali platformu sa četiri točka i koje su prednosti platformi koje se oslanjaju na točkove u odnosu na gusjeničare i hodajuće mehanizme? 2. Kako planirate eksperimentalno dokazati da je kretanje robota bez klizanja?
Prof. Dr Radoš Bulatović, redovni profesor, član	1. Da li možete napraviti uporednu analizu sistema oslanjanja koji je baziran na spiralnim oprugama sa sistemima sa gibnjevima? 2. Zbog čega ste odabrali da razvijate upravljački mehanizam na bazi zupčaste letve, a ne na bazi pužnog prenosa? 3. U kom dijapazonu se kreće nosivost platformi za servisne mobilne robote?
Prof. Dr Radoslav Tomović, vanredni profesor, mentor	1. Koje metode planirate koristiti za sintezu prostornog upravljačkog mehanizma? 2. Na koji način planirate dokazati da konstrukcija sistema oslanjanja obezbjeđuje da prelazak preko neravnina neće nepovoljno uticati na upravljanje kretanjem robota?
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
ZNAČAJNI KOMENTARI	
Tema mobilne robotike i upšte robotike je danas veoma aktuelna u svijetu. Ovaj robot će biti prvi realni, profesionalni terenski mobilni robot koji će biti projektovan i izrađen u Crnoj Gori.	

Na osnovu člana 32 stav 1 tačka 14 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 34 Pravila doktorskih studija, Senat Univerziteta Crne Gore, u postupku razmatranja prijedloga Vijeća Mašinskog fakulteta i na prijedlog Centra za doktorske studije, na sjednici održanoj 28.10.2019. godine, donio je sljedeću

ODLUKU

Imenuje se Komisija za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata mr Darka Skupnjaka, u sastavu:

1. Dr Marina Mijanović-Markuš, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore
2. Dr Radoš Bulatović, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore
3. Dr Radoslav Tomović, vanredni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta Crne Gore

II

Zadatak Komisije je da, u roku od 45 dana od dana javnog izlaganja studenta podnese Vijeću Mašinskog fakulteta i Senatu izvještaj o ocjeni podobnosti doktorske teze i kandidata.

III

Odluka stupa na snagu danom donošenja.

Broj: 03-977/2

Podgorica, 28.10.2019. godine



PREDSJEDNIK SENATA

Prof. dr Danilo Nikolić, rektor

Crna Gora UNIVERZITET CRNE GORE MAŠINSKI FAKULTET			
Primljeno 6. 11. 2019			
Org. jed.	3-01	Prilog	Vrijednost
	2706		

UNIVERZITET CRNE GORE
Mašinski fakultet
Komisija za doktorske studije
Podgorica, 06. 12. 2019.

- VIJEĆE MAŠINSKOG FAKULTETA -

Predmet: Izvještaj Komisije za doktorske studije

Poštovani,

Komisija za doktorske studije Mašinskog fakulteta je razmotrila obrazac D1: Ocjena podobnosti doktorske teze i kandidata mr Darka Skupnjaka, pod nazivom: „*Istraživanje mogućnosti za poboljšavanje stabilnosti i sposobnosti manevrisanja 4WD-4WSS off-road mobilnih robota*“, i zaključila da sadrži sve potrebne elemente navedene u Vodiču za doktorske studije Univerziteta Crne Gore, te predlaže da se nastavi dalje po predviđenoj proceduri.

Srdačno,

PREDSJEDNIK KOMISIJE ZA
DOKTORSKE STUDIJE


Prof. dr Aleksandar Vujović