

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA

Na sednici Komisije za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, koja je održana 30.05.2017. godine, imenovani smo u Komisiju za pregled i ocenu master rada kandidata dipl. inž. Slobodana Koprivice, pod naslovom Kalibracija robota visoke preciznosti upotrebom stereovizije. Komisija je pregledala priloženi rad i podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci o kandidatu

Slobodan Koprivica je rođen 27.03.1992. godine u Čačku. Osnovnu školu je završio u Čačku kao nosilac Vukove diplome dok je srednju tehničku školu završio kao đak generacije, takođe u Čačku kao vukovac. Na studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu se upisao 2011. godine. Osnovne studije na odseku za Elektroniku završio je 2015. godine sa prosečnom ocenom 9.11 i ocenom 10 na diplomskom radu. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu, na smeru Elektronika, upisao je iste godine i položio sve ispite sa prosečnom ocenom 9.80.

#### 2. Opis i organizacija rada

Master rad kandidata sadrži 36 strane teksta, zajedno sa slikama, spiskom literature i prilogom. Rad je podeljen na 6 poglavlja, od kojih dva čine uvod i zaključak.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su opisani ključni pojmovi, kao i predmet i cilj istraživanja i način na koji je projekat realizovan.

U drugom poglavlju uopšteno je opisana kinematika robota koja je ključna za razumevanje procesa kalibracije. Napravljen je teoretski pregled i detaljno su opisane metode direktne i inverzne kinematike koje se koriste u radu kao i softverski paketi korišćeni pri rešavanju inverznog kinematskog problema.

U trećem poglavlju opisan je hirurški robot za ugradnju kohlearnih implanata nad kojim se izvršena kalibracija. Najpre su ukratko opisani kohlearni implantati i način na koji se oni ugrađuju a zatim i geometrija robota, njegovi DH parametri, princip funkcionisanja i drugo.

Četvrto poglavlje bavi se kalibracijom robota. Najpre je objašnjen sam pojam kalibracije koji se sastoji iz nekoliko faza kao i način na koji se ona realizuje. Nakon toga detaljno su objašnjene kinematičke i nelinearne metode kalibracije implementirane u projektu. Prvo je izložen metod zasnovan na menjanju DH parametara, a posle njega i metod koji se bazira na korišćenju matrice greške i Čebišeljevih polinoma. Na kraju je objašnjena nelinearna kalibracija realizovana pomoću neuralnih mreža.

U petom poglavlju opisan je način testiranja i merenja pomoću stereovizije i izloženi su rezultati kalibracije svih implementiranih metoda. Zatim je pristupljeno analizi i diskusiji dobijenih rezultata.

U šestom poglavlju iznet je zaključak sa osvrtom na moguća poboljšanja procesa kalibracije kao i problema koje je potrebno prevazići u budućnosti.

### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Predmet rada je kalibracija robota primenom stereovizije u cilju povećanja njegove preciznosti. Rad je baziran na nekoliko metoda kalibracije koje su implementirane u MATLAB programskom okruženju. Cilj rada podrazumevao je analizu dobijenih rezultata kako bi se dobio odgovor na pitanje koliko je moguće povećati preciznost robota i koja od implementiranih metoda se pokazala kao najbolja. Izvršena je kalibracija hirurškog robota sa pet stepeni slobode čiji su podaci korišćeni u aplikaciji. Kandidat je samostalno implementirao aplikaciju vodeći računa o optimizaciji programskog koda. Priloženi rezultati istraživanja koncizno odgovaraju na relevantna pitanja.

### 4. Zaključak i predlog

Kandidat Slobodan Koprivica je u svom master radu na sistematičan i metodičan način ispitao moguća rešenja za kalibraciju robotskih manipulatora kod kojih se zahteva visoka preciznost pomoću stereovizije. Pored toga, kandidat je uspešno razvio MATLAB aplikaciju koja vrši kalibraciju robota na više različitih načina. Rezultati istraživanja daju odgovor na relevantna pitanja i mogu značajno doprineti usmeravanju i definisanju novih pravaca istraživanja u ovoj oblasti i ukazuju na moguće probleme na koje treba obratiti pažnju u budućim rešenjima. Sva istraživanja, razvoj i eksperimentisanja kandidat Slobodan Koprivica je sproveo samostalno.

Na osnovu gore navedenog, imajući u vidu sadržaj i kvalitet priloženog rada, rezultate i zaključke do kojih je kandidat u svom samostalnom radu došao, članovi Komisije predlažu Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad kandidata dipl. inž. Slobodana Koprivice pod naslovom Kalibracija robota visoke preciznosti upotrebom stereovizije, prihvati kao master rad i kandidatu odobri usmenu odbranu.

Beograd 15.09.2017. godine

Članovi komisije:

  
Dr Nenad Jovičić, docent

  
Dr Kosta Jovanović, docent