

НАЗИВ ФАКУЛТЕТА Факултет техничких наука

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију Комисију је именовало Наставно Научно веће Факултета техничких наука, 30.05.2013. године.</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. др Душан Сурла, професор емеритус, УНО: Информатика, 28.01.2010., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду</p> <p>2. др Вељко Поткоњак, редовни професор, УНО: Роботика, 28.03.1995., Електротехнички факултет, Универзитет у Београду</p> <p>3. др Зора Коњовић, редовни професор, УНО: Примењене рачунарске науке и информатика, датум избора у звање: 20.11.2003., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>4. др Филип Кулић, ванредни професор, УНО: Аутоматика и управљање, датум избора у звање: 08.09.2008., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>5. др Драган Шешлија, редовни професор, УНО: Мехатроника, роботика и аутоматизација, датум избора у звање: 04.10.2007., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p> <p>6. др Бранислав Боровац, редовни професор, УНО: Мехатроника, роботика и аутоматизација, датум избора у звање: 13.03.1998., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Мирко (Момчило) Раковић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 15.04.1982. Сремска Митровица, Р. Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука; Енергетика, електроника и телекомуникације; дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства – мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија Година уписа: 2007.; студијски програм: Мехатроника</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -</p>

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
СИНТЕЗА И РЕАЛИЗАЦИЈА ДВОНОЖНОГ ХОДА ПУТЕМ ПРИМИТИВА

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација Мирка Раковића је написана на 119 страна. Дисертација садржи 6 поглавља и 2 додатка, 66 слика и 2 табеле. На крају сваког поглавља је дата коришћена литература. Текст дисертације је организован по следећим поглављима:

1. Увод
2. Основни појмови везани за ход и његове специфичности
3. Пасивни ходачи и досадашње методе за синтезу и реализацију хода двоножних робота
4. Генерисање хода коришћењем примитива
5. Генерисање хода за кретање у неструктурираној околини
6. Закључак

Додатак А. Модел хуманоидног робота

Додатак Б. Апроксимација функција применом потпорних вектора

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов рада је јасно формулисан и у потпуности указује на садржај рада.

У првом поглављу су дата уводна разматрања која указују на могућности примене двоножних хуманоидних робота у човековом окружењу. Указано је на специфичности човековог окружења и наведени су захтеви које робот треба да испуни за кретање у таквом окружењу. Постављене су две хипотезе. Прва хипотеза је да је могуће на основу информација о намераваном кретању и стању околине извршити синтезу кретања избором и комбинацијом једноставних базичних покрета који се називају примитиви. Друга хипотеза је да је током извршавања хода, без његовог прекида, могуће мењати параметре кретања као што су брзина хода, дужина корака, правац кретања и висина подизања ноге током преносне фазе. Потом су приказани први резултати који су постигнути у области синтезе и реализације вештачког двоножног хода. На крају уводног поглавља дат је сажетак остатка дисертације.

У другом поглављу су дата објашњења основних појмова везаних за двоножну локомоцију: ход, начин хода, корак, услов поновљивости хода, услов периодичности хода, симетричан корак и ход, регуларан ход и ослоначка површина. Такође су уведени и појмови динамичког баланса и тачке нула момента, али су ови појмови детаљније описани, због важности коју имају у задацима синтезе и реализације двоножног хода.

У трећем поглављу су приказани досадашњи резултата из области генерисања двоножног вештачког хода. Прво је описан концепт по ком ходају пасивни ходачи. Након тога је представљен полуминимални метод, први систематичан метод за синтезу динамички балансираног хода. У наставку поглавља су на јасан начин представљене све најважније методе за реализацију вештачког хода које се користе за кретање савремених хуманоидних робота.

У четвртој глави је уведен појам примитива и описане су њихове карактеристике. Прво је описан начин за генерисање хода применом примитива на кинематском нивоу, а у наставку главе су приказана два различита приступа за управљање реализацијом примитива: применом потпорних вектора и задавањем циљног положаја. На крају главе су детаљно описани сви примитиви које је било потребно увести да би се извршила синтеза и реализација хода.

У петој глави је детаљно описан поступак реализације хода који је илустрован симулацијом кретања коришћењем динамичког модела хуманоидног робота. На почетку главе је описана структура управљачког система чији је задатак да на основу задатих параметара кретања срачуна управљање које ће обезбедити реализацију синтетизованог кретања. Пошто се приликом комбиновања примитива не води рачуна о динамичком балансу, у склопу управљачког система је уведен и блок за корекцију синтетизованог кретања тако да динамички баланс буде очуван. У наставку главе пет је приказан ход који се у потпуности реализује искључиво применом примитива и приказани су резултати у којима се врши „*on-line*“ промена брзине хода, дужине корака, правца кретања и висине подизања ноге током преносне фазе. Пошто се током хода симултано реализује више примитива, јавио се проблем несинхронизације, односно неистовременог завршетка два примитива које се реализују у склопу истих фаза. Лоши ефекти несинхронизације су се посебно испољили при већим брзинама хода, јер је услед непотребног заустављања и поновног покретања екстремитета долазило до наглих промена положаја тачке нула момента и угрожавања динамичког баланса. Да би се тај проблем минимизовао, уведен је алгоритам за учење и подешавање параметара примитива.

У закључку је дат критички осврт на постигнуте резултате и наведени су правци даљег истраживања. У додацима А и Б је дат опис динамичког модела хуманоидног робота и објашњен је поступак примене потпорних вектора за апроксимацију функција.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Рад у међународном часопису (M23):

1. Borovac B., Nikolić M., Raković M.: “How to Compensate for the Disturbances that Jeopardize Dynamic Balance of a Humanoid Robot?”, Int. Jour. of Humanoid Robotics, Vol. 8, No. 3, ISSN 0219-8436, 2011.
2. Vukobratović M., Herr H., Borovac B., Raković M., Popovic M., Hofmann A., Potkonjak V.: “Biological principles of Control Selection for a Humanoid Robot’s Dynamic Balance Preservation”, Int. Jour. of Humanoid Robotics, Vol. 5, No. 4, ISSN 0219-8436, 2008.
3. Vukobratović M., Borovac B., Raković M., Potkonjak V., Milinović M.: “On some aspects of humanoid robots gait synthesis and control at small disturbances”, Int. Jour. of Humanoid Robotics, Vol. 5, No. 1, pp. 119- 156, ISSN 0219-8436, 2008.

Рад у тематском зборнику међународног значаја (M14)

1. Borovac, B., Raković, M., Nikolić, M.: Online Generation of Biped Robot Motion in an Unstructured Environment. In Intelligent Systems: Models and Applications (pp. 93-114). Springer Berlin Heidelberg, 2013
2. Vukobratović M., Borovac B., Raković M., Nikolić M.: “Generating Complex Movements of Humanoid Robots by Using Primitives”, Communications in Computer and Information Science, Vol. 82, pp. 158-172, Springer, Heidelberg, ISBN 978-3-642-16369-2, 2010
3. Vukobratović M., Borovac B., Raković M.: “Comparison of PID and Fuzzy Logic Controllers in Humanoid Robot Control of Small Disturbances”, Communications in Computer and Information Science, Vol. 33, pp. 42-53, Springer -Verlag, Berlin, ISBN 978-3-642-03557-9, 2009

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31)

1. Vukobratović M., Borovac B., Raković M., Nikolić M.: “How to Cope with Disturbances in Biped Locomotion?”, Special International Conference on Complex Systems: Synergy of Control, Computing & Communications - COSY, Ohrid, FYR Macedonia, 2011.
2. Vukobratović M., Borovac B., Raković M.: Generation of Bipedal Gait suitable for Use in Unstructured Environment, SISY 2009 - 7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Subotica, Serbia, pp. 21-31, ISBN 978-1-4244-5349-8, 2009.

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини (M33)

1. Raković M., Borovac B., Nikolić M.: “Synthesis Of Dynamically Balanced Humanoid Robot Walk Using Primitives”, PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology - ICET, Novi Sad, Serbia, 2013.
2. Savić S., Raković M., Borovac B.: “Mechanical Design and Control Algorithm for the Arm of Humanoid Robot MARKO”, PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology - ICET, Novi Sad, Serbia, 2013.
3. Penčić M., Savić S., Tasevski J., Raković M., Borovac B.: “A Robot Multi-Segment Lumbar Spine – Mechanical Model and Control Algorithm”, PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology - ICET, Novi Sad, Serbia, 2013.
4. Borovac B., Raković M., Savić S., Nikolić M.: “Dual Arm and Multi-segment Spine Motion Control for Assistive Humanoid Robots”, International Workshop on Research and Education in Mechatronics - REM, Vienna, Austria, 2013.
5. Vladošić D., Titanila K., Raković M., Nikolić M., Borovac B.: “Robotly – An Intuitive Way for Manipulating Industrial Robots”, International Workshop on Research and Education in Mechatronics - REM, Vienna, Austria, 2013.
6. Kenderesi E., Raković M., Nikolić M., Gnjatović M., Borovac B.: “Realization of Arms Movements for 3D Robot Model and Synchronization with Real Humanoid Robot”, SISY - International Symposium on Intelligent systems and Informatics, Subotica, Serbia, 2012.
7. Borovac B., Raković M., Nikolić M.: “Biologically Inspired On-line Generation of Complex Movements Using Primitives”, IEEE Symposium Series on Computational Intelligence Proceedings, ISSN: 978-1-4577-0470-3, pp. 99-106, Paris, France, 2011.

8. Borovac B., Raković M., Nikolić M.: "Online Humanoid Robot Walk Generation Using Primitives", SISY - International Symposium on Intelligent systems and Informatics, ISSN: 978-1-4577-1975-2, pp 421-426, Subotica, Serbia, 2011.
9. Raković M., Nikolić M., Borovac B.: "Humanoid Robot Reaching Task Using Support Vector Machine", Eurobot Conference, ISBN: 978-3-642-21975-7, pp 263-276, Prague, Czech Republic, 2011.
10. Borovac B., Nikolić M., Raković M.: "Disturbance compensation of standing humanoid robot – Theory", International Scientific Conference on Industrial Systems - IS, Novi Sad, Serbia, 2011.
11. Borovac B., Nikolić M., Raković M.: "Disturbance compensation of standing humanoid robot – Simulation", International Scientific Conference on Industrial Systems - IS, Novi Sad, Serbia, 2011.
12. Vukobratović M., Borovac B., Raković M., Nikolić M.: "Generating Complex Movements of Humanoid Robots by Using Primitives", Eurobot Conference 2009 - International Conference on Research and Education in Robotics, 2009.
13. Vukobratović M., Borovac B., Raković M.: "Comparison of PID and Fuzzy Logic Controllers in Humanoid Robot Control of Small Disturbances", Eurobot conference 2008, Springer-Verlag, ISBN 3-642-03557-4, pp. 42-53, 2008.
14. Borovac, B., Raković, M.: "Generation of Humanoid Robot Walking Pattern and Compensation of Small Disturbances", Int. Conf. on Industrial Systems, IS'08, Novi Sad, Srbija, 2008.

Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. Borovac B., Raković M., Nikolić M.: "Realization of Primitives by Using SVM for Humanoid Robot Walk Generation", Electronics, ISSN: 1450-5843, Vol. 15, No. 2, pp. 19-24, publisher: Faculty of Electrical Engineering Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

Рад у научном часопису (M53)

1. Raković M., Borovac B., Nikolić M.: "Support vector Regression for Approximation and Generation of Motion in Humanoid Robots", International Journal of Industrial Engineering and Management - IJIEM, ISSN: 2217-2661, Vol. 1, No. 1, pp. 1-8, publisher: FTN, Novi Sad, Serbia

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У тези је приказан нови метод за синтезу и реализацију двоножног вештачког хода који се заснива на употреби једноставних покрета чијим је комбиновањем могуће реализовати комплексне покрете као што је ход, а чији се параметри могу мењати током кретања. Тиме су потврђене следеће хипотезе које су постављене у тези:

- да је могуће на основу информација о намераваном кретању и стања околине извршити синтезу кретања избором и комбинацијом једноставних базичних покрета које се називају примитиви и
- да је током извршавања хода, без његовог прекида, могуће мењати параметре кретања као што су брзина хода, дужина корака, правац кретања и висина подизања ноге током преносне фазе.

Потврда хипотеза је дата кроз експерименталне резултате који су спроведени симулацијом на динамичком моделу хуманоидног робота. На основу добијених резултата изведени су додатни закључци и отворени су даљи правци за истраживачки рад у овој области.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Дисертација је добро структурирана, а добијени резултати истраживања су прегледно приказани и јасно и систематски изложени. Уз све приказане резултате и уведене новине су дата и одговарајућа образложења. Коришћена литература указује да су размотрени актуелни ставови везани за проблематику синтезе и реализације двоножног хода. Комисија према томе констатује да су приказаним резултатима јасно потврђене постављене хипотезе ове дисертације.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме
Дисертација је написана у складу са образложењем и циљевима истраживања које је кандидат предложио приликом пријаве теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Дисертација садржи све битне елементе: јасно су постављени предмет и циљеви истраживања, постављене су две хипотезе и у току рада су коришћене адекватне истраживачке методе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
У дисертацији је предложен потпуно нов метод за синтезу и реализацију динамички балансираног двоножног хода хуманоидних робота. Предложен метод је показао да је могуће реализовати ход који је састављен од базичних покрета – примитива. Пошто је уведена веза између параметара намераваног кретања и параметара примитива, омогућена је „on-line“ промена кретања робота, што је основни предуслов за ефикасно кретање двоножних робота у неструктурираној околини као што је човеково животно и радно окружење.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Докторска дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
да се докторска дисертација под насловом: „СИНТЕЗА И РЕАЛИЗАЦИЈА ДВОНОЖНОГ ХОДА ПУТЕМ ПРИМИТИВА“ прихвати, а кандидату Мирку Раковићу одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:
1. Председник: _____
др Душан Сурла, професор емеритус
2. Члан: _____
др Вељко Поткоњак, редовни професор
3. Члан: _____
др Зора Коњовић, редовни професор
4. Члан: _____
др Филип Кулић, ванредни професор
5. Члан: _____
др Драган Шешлија, редовни професор
6. Ментор: _____
др Бранислав Боровац, редовни професор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.