

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име Милена, Јовица, Петровић

Датум и место рођења 24.12.1975, Ниш

Основне студије

Универзитет Београд

Факултет Природно-математички факултет

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ - НИШ

Студијски програм Математика

Примљено: 08.01.2015.

Звање Дипломирани математичар

ОРГ. ЈЕД. Б Д О. УНИВЕРЗИТЕТ НИШ

Година уписа 1994

01

1

Година завршетка 2001

Просечна оцена 8.26

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет Lund, Sweden

Факултет LTH

Студијски програм Mathematics

Звање Master

Година уписа 2004

Година завршетка 2006

Просечна оцена

Научна област Numerical analysis

Наслов завршног рада A truly third order finite volume scheme on the quadrilateral mesh

Докторске студије

Универзитет Ниш

Факултет Природно-математички факултет

Студијски програм Математика

Година уписа 2008

Остварен број ЕСПБ бодова 165

Просечна оцена 9.89

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације Двосмерни и двоконачни убрзани методи за безусловну оптимизацију

Име и презиме ментора, звање Предраг Станимировић, редовни професор

Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације НСВ број 8/17-01-005/14-009 08.07.2014.године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна 150

Број поглавља 4

Број слика (шема, графикона) 0

Број табела 23

Број прилога 0

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Milena J. Petrović, <i>An accelerated double step size model in unconstrained optimization</i>, Applied Mathematics and Computation, Vol. 250, pp 309-319, January 2015</p> <p>У раду је предложена двокорачна концепција за убрзани градијентни модел безусловне оптимизације. За дефинисан метод доказана је линеарна конвергенција за униформно конвексне функције и стриктно конвексне квадратне функције. Модел је нумерчки тестиран и упоређен са са сличним убрзаним градијентним методима безусловне оптимизације. Нумерички је потврђено знатно смањење броја потребних итерација, CPU времена и броја евалуација објектне функције у односу на остале поредбене алгоритме.</p>	M21
2	<p>Milena J. Petrović, and Predrag S.Stanimirović, <i>Accelerated double step direction method for solving unconstrained optimization problems</i>, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2014, 8 pages, April 2014</p> <p>У раду је предложен двосмерни убрзани градијентни модел безусловне оптимизације. За дефинисан метод доказана је линеарна конвергенција за униформно конвексне функције и стриктно конвексне квадратне функције. Модел је нумерчки тестиран и упоређен са са сличним убрзаним градијентним методима безусловне оптимизације. Нумерички је потврђено знатно смањење броја потребних итерација, као и да убрзана својства метода потичу од дефинисаног параметра убрзања.</p>	M21
3	<p>Ivan Krstić, Negovan Stamenković, Milena Petrović, Vidosav Stojanović, <i>Binary to RNS encoder with Modulo Channel in Diminished-1 Number System</i>, International Journal of Computational Engineering and Management Vol 17, Issue 3, May 2014</p> <p>У раду је дат модел којим се $3n$ битни број трансформише у $3n$ битних делова а затим ковертује у бројеве стандарних остатака. Предложен модел је универзалног карактера и не захтава додатне хардверске делове.</p>	M24
4	<p>Srdjan Jovkovic, Dejan Milic, Danijel Djosic, Milena Petrovic, Stanislav Veljkovic, Caslav Stefanovic, "Level Crossing Rate of L-Branch SC Receiver over α-k-μ Fading Channel in the Presence α-k-μ Co-Channel Interference", WSEAS Transactions on Communications, Volume 13, pp. 249-255, 2014</p> <p>Разматра се MRC пријемник у присуству α-k-μ фединга. Израчунава се средњи број осних пресека излазног сигнала бежичног комуникационог система у присуству фединга. Израз за средњи број осних пресека може се користити за израчунавање средњег трајања фединга бежичног система. Двоструки и троструки MRC пријемници се разматрају. Нумерички резултати су приказани графички како би се показао утицај параметра фединга на перформансе система.</p>	M24
5	<p>Petkovic D., Petrović, M. <i>A Truly Third Order Finite Volume Scheme On The Quadrilateral Mesh</i>, Међународна конференција "Математичке и информационе технологије" - MIT 2009, Кораоник 27. – 31. август.; Budva 31. август – 5. септембар 2009., Zbornik radova, pp. 293-302, ISBN 978-86-83237-90-6.</p> <p>У раду је представљен метод коначних запремина трећег реда тачности на општој, неправилној четвороуганој мрежи. Методама нумеричке интеграције предложен је начин за одређивање темена четвороугла у датој мрежи. Добијени резултати су потом примењени на шеме коначних запремина чиме је остварена тачност до трећег реда.</p>	M33
6	<p>Petrović, M. <i>Local Double Logarithmic Technique</i>, Међународна конференција "Математичке и информационе технологије" - MIT 2011, V. Banja 27.–31. Aug; Budva 31. Aug.–5. Sept. 2011, Zbornik radova, pp. 325-329, ISBN 978-86-83237-90-6.</p> <p>Представљена је метода дупле локалне логаритамске реконструкције објектне функције, LDLR. Образложене су предности примене ове врсте реконструкције у пракси у односу на неке друге технике.</p>	M33
7	<p>D. Đošić, Č. Stefanović, P. Spalević, N. Stamenković, N. Kontrec, M. Petrović, <i>Second order statistics of MRC receiver over α-μ multipath fading channels</i>, XLVIII International Scientific Conference on Information Communication and Energy Systems and Technologies- ICEST 2013, 26 - 29 June 2013, Ohrid, Proceedings of papers, vol. 2, pp.83-86, ISBN: 978-9989-786-89-1.</p> <p>Садржај рада је анализа MRC пријемника у присуству α-μ фединга. Израз за израчунати</p>	M33

средњи број осних пресека може се користити за израчунавање средњег трајања фединга бежичног система. Дат су графички прикази нумеричких резултата који показују утицај параметра фединга на понашање система.

- 8 M. Bandjur, S. Jovkovic, D. Djošić, M. Petrović, P. Spalević, S. Maričić,
Second order statistics of MRC receiver over k - μ fading channels, International Scientific Conference Unitech 2013, 22-23 Novembar 2013, Gabrovo

M33

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА

НЕ

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

У дисертацији су представљени нови и оригинални резултати у вези убрзаних двосмерних и двокорачних метода пада по градијенту.

Прва, уводна глава садржи основне појмове неопходне за формулацију оптимизационог задатка, генералне поделе и особине метода оптимизације. У овој глави дат је преглед математичке основе потребне за изучавање проблема оптимизације. Основне дефиниције и опште особине нелинеарног програмирања такође су саставни део уводне главе уз посебан акценат који је стављен на безусловну нелинеарну оптимизацију.

У другом делу су описани методи линијског претраживања по правцу (line search). Поред описивања начина одређивања интервала тражења, класификације метода, у овој глави су анализирани неки познатији алгоритми линијског тражења као што су алгоритми Армија (Armijo), Голдштајна (Goldstein) и Волф-Пауела (Wolf-Powel).

У наредним поглављима друге главе дат је преглед постојећих градијентних метода. Праћен је хронолошки развој градијентних метода почев од Њутнових метода, модификованих Њутнових метода, квази Њутнових метода као и неких савременијих градијентних метода.

У трећој глави дисертације описани су неки новији градијенти методи безусловне оптимизације. Указано на значај градијентног метода Barzilai и Borwein, тзв. ВВ-метода, као и градијентног метода са скаларном корекцијом корака описаног у раду *Scalar correction method for solving large scale unconstrained minimization problems*, тзв. SC-метод аутора М. Миладиновић, П. Станимировић и С. Миљковић. Посебан акценат је стављен на класу убрзаних градијентних метода коју је детектовао Николај Андреји (N. Andrei) у раду *An acceleration of gradient descent algorithm with backtracking for unconstrained optimization* Убрзаном алгоритамском шемом су остварени бољи нумерички резултати у односу на класичан метод опадајућих градијената.

У следећем поглављу треће главе, описана је идеја која наставља развој убрзаних градијентних метода и коју карактерише комбинација Андрејевог присупа и класичног Newton -ов метода са линијским претраживањем. Идеја се огледа у замени инверза Hessian -а његовом скаларном апроксимацијом. Из овог занимљивог приступа настао је рад *Accelerated gradient descent methods with line search*, аутора П. Станимировића и М. Миладиновића, у коме је описана нова алгоритамска шема безусловне оптимизације. Овај метод опадајућих градијената означен је као SM-метод. SM-метод доноси побољшање убрзаних градијентних шема што је потврђено нумеричким резултатима који показују престиж SM-метода у односу на Андрејев метод из рада *An acceleration of gradient descent algorithm with backtracking for unconstrained optimization*, тзв. AGD -метода, по питању броја итерација и потребног процесорског времена.

На самом почетку четврте главе дисертације описана је специфична формулација итеративне шеме за безусловну оптимизацију која садржи два вектора правца описана у раду *A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization: Nondifferentiable convex case.*, аутора Н.И. Ђурановић-Миличић и М. Гардашевић-Филиповић. Једна од основних мотивационих идеја која је дала нове резултате у области убрзаних метода за безусловну оптимизацију, била је модификација поменутог двосмерног недиференцијабилног алгоритма прилагођена диференцијабилним случајевима. Следећи циљ је била имплементација тако дефинисаног метода и он је успешно остварен.

У наставку завршне главе дисертације, наредна три поглавља садрже оригиналне доприносе урађеног научног истраживања. Најпре је дат детаљан опис конструкције, конвергенције и резултата нумеричких тестирања новог двосмерног убрзаног итеративног модела за нелинеарну безусловну оптимизацију, названог *Accelerated Double Direction Method* или скраћено ADD-метод. Показује се добра дефинисаност оваквог метода као и његова конвергенција за одређене класе диференцијабилних функција. Парметар γ_k је добијен из Тејлоровог развоја на сличан начин као код SM-метода и представља параметар убрзања. Да би се доказале предности убрзавајуће карактеристике које доноси параметар γ_k , конструисана је и тестирана неубрзавајућа верзија ADD-метода. *Nonaccelerated Double Direction Method* (NADD-метод) у свом изразу не садржи фактор убрзања γ_k . Добијени резултати тестирања потврђују апсолутну предност ADD-метода у

односу на његову неубрзавајућу верзију. Основни циљ конструисаног ADD-метода био је смањење броја итерација у поређењу са постојећим методама и успешно је остварен.

У следећем поглављу четврте главе је представљен још један убрзани метод за безусловну оптимизацију. Остварена побољшања у погледу броја итерација применом ADD-метода довела је до идеје да се конструише метод сличне форме, али који би имао два корака у датој итерацији и један смер тражења. Сходно формулацији, овако конструисан двокорачни убрзани градијентни метод назван је *Accelerated Double Step Size Method* или у скраћеној форми, ADSS-метод. Итеративни кораци α_k и β_k одређују се путем две различите *backtracking* процедуре линијског тражења. За смер пада изабран је градијент посматране функције, док се параметар убрзања γ_k одређује према изразу за дату итерацију, путем Тејлоровог развоја, као код SM и код ADD-метода.

Основни мотив за конструкцију ADSS-метода била је поред даљег смањенаја броја итерација, овог пута и смањење броја евалуација објектне функције као и смањење потребног процесорског времена. Добијени нумерички резултати који су изложени, показују да ADSS итеративна шема далеко превазилази, по питању све три карактеристике, и SM и ADD методе. Линеарна конвергенције ADSS метода је као и код ADD и SM итерација, показана за униформно конвексне функције и строго конвексне квадратне функције под одређеним условима.

На крају четврте главе предсављени су по први пут у дисертацији још увек необјављени резултати који говоре о једној трансформацији ADSS шеме. Јако добре карактеристике двокорачног убрзаног ADSS модела мотивисале су његово даље проучавање. Постављањем додатног услова над параметрима итеративних корака α_k и β_k , ADSS итерација се трансформише (редукује) у једнокорачну па је добијана итерација оправдано названа *Transformed ADSS*, тј. TADSS метод. Овако дефинисан модел, такође убрзан и градијентан, по својим карактеристикама показује својства приближна својствима ADSS итерације али далеко превазилази такође једнокорачни убрзани градијентни SM модел који је добијен класичним приступом. Тиме је остварен још један допринос двокорачног алгорита.

Разматрања и генерални закључци о приказаним резултатима у докторској дисертацији дати су на самом крају последње главе. Анализирана је могућност дефинисања читаве класе двосмерних и двокорачних метода за различите изборе корака и вектора правца као и могућности детектовања већег броја метода те класе. У овом делу су изнети и неки предлози за даља истраживања и развој сличних убрзаних итеративних шема нелинеарне безусловне оптимизације.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Циљ истраживања урађене докторске дисертације јесте проучавање убрзаних градијентних метода безусловне оптимизације као и убрзаних градијентних метода који у својим формулацијама садрже или два вектора правца или два итеративна корака. Резултати овог истраживања су унапредили постојеће убрзане градијентне методе и уопштили класу убрзаних итерација за решавање проблема нелинеарне безусловне оптимизације.

Отворили су се нови правци проучавања и налажања ефикасних убрзаних метода безусловне оптимизације. Са тим у вези фокуси су стављени на следеће задатке:

- Анализа постојећих и проналажење нових убрзаних метода нелинеарне безусловне оптимизације;
- Дефинисање нових убрзаних итеративних шема за решавање задатака безусловне оптимизације;
- Конструисање ефикасних убрзаних двокорачних и двосмерних итеративних модела као и алгоритама за безусловну оптимизацију;
- Нумеричко експериментално тестирање нових и постијећих модела као и њихово упоређивање;
- Анализа могућности даљег побољшавања карактеристика убрзаних и убрзаних двокорачних и двосмерних метода оптимизације.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Истраживања која су била неопходна за израду докторске тезе под називом “Двосмерни и двокорачни убрзани методи за безусловну оптимизацију” остварила су следећи научни допринос:

1. Анализа и систематизација градијентних метода нелинеарне безусловне оптимизације.
2. Издвајање класе и анализа карактеристика убрзаних градијентних метода безусловне оптимизације.
3. Дефинисање и конструисање нових убрзаних двокорачних и двосмерних итеративних градијентних метода нелинеарне безусловне оптимизације.
4. Побољшање карактеристика постојећих градијентних убрзаних метода у безусловној

оптимизацији.

5. Класификација убрзаних двокорачних и двосмерних итеративних градијентних метода у нелинеарној безусловној оптимизацији.
6. Предлог за конструисање нових модела убрзаних двокорачних и двосмерних итеративних градијентних метода са циљем остваривања што веће ефикасности.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидаткиња је са високим степеном самосталности, и приликом истрживања и прилоком израде научног рада, остварила постављене задатке. Једна од потврда је и самостални рад објављену часопису категорије М21.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу детаљног прегледа предложене докторске дисертације и напред изложеног, Комисија закључује следеће:

- Садржај урађене дисертације одговара називу и циљевима предложеним у пријави дисертације;
- Методологија разматрања и излагања садржаја дисертације је на одговарајућем научном нивоу;
- Приложена докторска дисертација представља самосталан и оригиналан допринос науци, што је верификовано објављивањем 2 рада категорије М21, од којих је један самосталан рад кандидата, као и два рада категорије М24 и четири рада категорије М33.

На основу свега изложеног, Комисија сматра и са задовољством предложе Наставно-научном већу Природно-математичког факултета у Нишу, да рад кандидата Милене Петровић, под називом **Двосмерни и двокорачни убрзани методи за безусловну оптимизацију** прихвати као докторску дисертацију и позове кандидата на усмену и јавну одбрану.

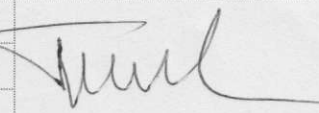
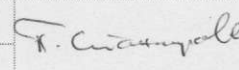
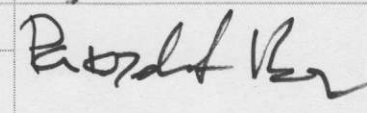
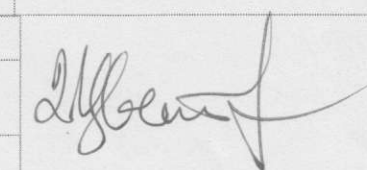
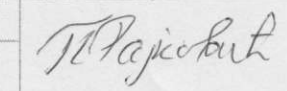
КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовану Комисије

1424/1-01

Датум именовања Комисије

24.12.2014

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	проф.др Градимир Миловановић, академик	председник	
	Математика (Научна област)	САНУ и Универзитет у Новом Пазару (Установа у којој је запослен)	
2.	проф.др Предраг Станимировић, редовни професор	ментор, члан	
	Рачунарске науке (Научна област)	Природно математички факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	
3.	проф.др Владимир Ракочевић, редовни професор	члан	
	Математика (Научна област)	Природно математички факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	
4.	проф. др Драгана Цветковић-Илић, редовни професор	члан	
	Математика (Научна област)	Природно математичког факултета Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	
5.	проф. др Предраг Рајковић, редовни професор	члан	
	Математика (Научна област)	Машински факултет Универзитета у Нишу (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:

Ниш, 30.12.2014.

.....