

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА
У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ
УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ**

На седници од 03.12.2008. године, Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини, именовало нас је у Комисију за писање извештаја за оцену и одбрану урађене докторске дисертације кандидата мр. Иване Костић Ковачевић. Проучили смо поднети рад под насловом: "**Параметарска идентификација дигиталних система заснована на једној класи рекурзивних стохастичких алгоритама Gauss–Newtonovog типа**", на основу чега Наставно-научном већу подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографски подаци о кандидату

Ивана Костић је рођена у Београду 22.10.1952. године. Основну школу и Осму гимназију завршила је у Београду. На Природно–математичком факултету у Београду, одсек математика, дипломирала је 1976. године и добила је звање дипломирани математичар. Магистрирала је 2004. године на Факултету техничких наука у Косовској Митровици, одсек електротехнике, смер Савремени телекомуникациони системи, са темом "Анализа једне класе алгоритама за естимацију параметара адаптивних дигиталних филтара", под менторством проф. др Слободана Милојковића.

После дипломирања радила је као професор у Трећој и Четрнаестој београдској гимназији. Положила је стручни испит за професора средње школе. Током овог периода предавала је математику, информатику и нацртну геометрију и стекла велико радно и педагошко искуство. На Вишу електро-техничку школу у Београду прешла је 2002. године и радила на радном месту стручног сарадника за предмете Математика. У звање предавача изабрана је 2004. године. Исте године почела је да ради и на Универзитету Сингидунум у Београду, на Факултет за пословну информатику и Факултет за менаџмент и осигурање. На универзитету Сингидунум бирања је у највише наставно звање - у звање вишег предавача.

Ивана Костић Ковачевић је објавила већи број стручних и научних радова:

Уџбеници, практикуми и збирке задатака:

1. Увод у Вишу математику – збирка задатака, Виша електротехничка школа Београд, 2005, И. Ковачевић, А. Савић. (друго измењено и допуњено издање)
2. Инжењерска математика, Виша електротехничка школа Београд, 2005. И. Ковачевић, А. Савић.
3. Пословна математика, Виша електротехничка школа Београд, 2006, И. Ковачевић, А. Савић.
4. Приручник за лабораторијске вежбе из математике – МАТЛАБ, Висока школа електротехнике и рачунарства Београд, 2008, И. Ковачевић, А. Савић). (шесто измењено и допуњено издање)

5. Математика – збирка задатака за полагање пријемних испита, Висока школа електротехнике и рачунарства Београд, З. Мишковић, И. Ковачевић, А. Савић. (друго измењено и допуњено издање)
6. Квантитативне методе, Универзитет Сингидунум Београд, 2008, М. Шекарић, И. Ковачевић. (четврто издање)
7. Квантитативне методе – практикум, Универзитет Сингидунум, Београд, 2008, М. Шекарић, И. Ковачевић. (четврто издање)
8. Математика за инжењере, Висока школа електротехнике и рачунарства Београд 2008, И. Ковачевић, А. Савић, З. Мишковић

Радови у међународним часописима

1. I. Kovačević, B. Kovačević, Ž. Đurović: “On Strong Consistency of a Class of Robust Stochastic Gradient Type Systems Identification Algorithms”, WSEAS Transaction on Circuits and Systems, Issue 8, Vol.5, August 2006, pp 1244-1253.
2. I. Kovačević, B. Kovačević, Ž. Đurović, “On Strong Consistency of a Class of Recursive Stochastic Newton-Raphson Type Algorithms with Applications to Robust Linear Dynamic System Identification”, FACTA UNIVERSITATIS Series: Electronics and Energetics, Vol. 21, No 1, April 2008, pp 1-22.
3. Ž. Đurović, I. Kovačević, B. Kovačević, “An Adaptive Channel Parameter Estimation Using QQ-Plot”, WSEAS Transaction on Circuits and Systems, Issue 7, Vol.7, July 2008, pp 600-609.

Радови у зборницима научних и стручних скупова, са рецензијама

1. И. Ковачевић, А Савић, “Примена програмског пакета МАТЛАБ у извођењу наставе математике”, Информационе технологије, Жабљак, фебруар 2004.
2. И. Ковачевић, А Савић, “Даљинско учење математике у интернет окружењу”, ЈУИНФО, Копаоник, март 2004.
3. И. Ковачевић, А Савић, Ј Гавриловић, М. Павловић, “Методе развоја и реализације истраживања педагошких квалитета наставника и сарадника на Вишој електротехничкој школи у Београду“, ЕТРАН, Београд, јун 2006.
4. I. Kostić Kovačević, B. Kovačević, Ž. Đurović, “A Convergence Theorem for a Class of Recursive Stochastic Gradient Type Algorithms with Applications to Robust System Identification”, WSEAS CSCC Conference, Athens, Greece, July 2006.
5. Ž. Đurović, I. Kovačević, B. Kovačević, “A New Approach to Robustified Adaptive Estimation of Channels Parameters”, WSEAS CSCC Conference, Heraklion, Greece, 22-24 July 2008.

Научни пројекти и радионице:

1. IPSI- International Conference of Advances in the Internet, processing, Systems and Interdisciplinary Research – Factors affecting the education of woman, Sveti Stefan, 2004.
2. ИТ – Информационе технологије – Реформа наставе на високошколским установама из области технике у Србији и Црној Гори, Жабљак, 2005.

3. IPSI – International Conference of Advances in the Internet, processing, Systems and Interdisciplinary Research, – Modern University of Future, Sveti Stefan, 2005.
4. Present and future challenges for engineering education and research in Europe – Firenze, Italy, 2005.

Б. Анализа рада

Предмет докторске дисертације под насловом „Параметарска идентификација дигиталних система заснована на једној класи рекурзивних стохастичких алгоритама Gauss–Newtonovog типа“ је параметарска идентификација модела система одређене структуре, која представља линеарни временски дискретни и временски инваријантан стохастички систем.

У првом поглављу је детаљно разматрано моделовање система. Сам појам моделовања повезан је директно са појмом процеса или система, при чему систем представља субјективни појам и дефинисан је усвојеним границама које обухватају само оне особине реалног процеса које су од интереса за разматрану примену. У овом раду, главни задатак моделовања је да осветли основне особине реалног процеса који се посматра и да их преведе на неки апстрактан језик, при чему је уобичајено да се у ту сврху користи универзални језик математике. У литератури се могу уочити два приступа синтези модела система. Први од њих је дедуктивни, који доводи до квалитативног модела, код кога су на основу познатих идеализованих физичких закона дефинисане математичке релације између релевантних физичких варијабли, а уколико су и вредности параметара у моделу егзактно познате такав модел се у енглеској литератури назива “white box“ модел, односно на српском језику модел беле кутије. Типичан пример “white box“ модела представљају електрична кола и системи.

Други приступ је индуктивни, а полази од унапред усвајане структуре модела, која обично представља линеаран временски инваријантан дискретан систем. Пошто коначан број параметара у оваквој структури нема никакво физичко тумачење, овакав модел назива се на енглеском језику “black box“ модел, односно на српском језику модел црне кутије. Важан корак у оваквом приступу представља естимација параметара, на основу расположивих реалних мерења на посматраном систему, а овај задатак се у литератури назива параметарска идентификација. Овакав приступ је врло популаран у природним и техничким наукама, с обзиром да линеарни континуални и дискретни модели наведеног типа врло добро апроксимирају понашање типичних индустријских и технолошких процеса око неке изабране радне тачке.

У оквиру тезе дат је преглед тренутног стања у истраживањима и применама по питању параметарске идентификације линеарних динамичких модела сигнала и система. У тези је предложена употреба метода параметарске идентификације за усвојене репрезентације модела система различите физичке природе а које представљају дигиталне временски инваријантне линеарне стохастичке системе са коначним импулсним одзивом (енглески Finite Impulse Response или скраћено FIR) и бесконачним импулсним одзивом (енглески Infinite Impulse Response или скраћено IIR). Као генерални приступ за синтезу алгоритама параметарске идентификације у усвојеној FIR или IIR структури модела коришћен је метод грешке предикције. Задатак параметарске идентификације је постављен као проблем оптимизације без ограничавања погодном одабраном критеријумске функције. У оптимизациони критеријум је укључена и

расположива априорна информација о статистичким карактеристикама грешке предикције, посматране као стохастичка променљива, у облику одговарајуће класе расподела поремећаја којој припада и његова стварна али непозната функција расподеле вероватноће, а оваква информација је пресликана у форму нелинеарне трансформације грешке предикције. У суштини, нелинеарна трансформација резидуала мерења или грешке предикције у оваквом приступу представља функцију веродостојности, која је дефинисана у односу на најнеповољнију функцију густине вероватноће у оквиру усвојене класе, у смислу минималне Фишерове количине информације. С обзиром да је тако добијени оптимизациони критеријум нелинеарна функција грешке предикције, као средство за више-корачну нумеричку минимизацију овог критеријума коришћен је Gauss-Newtonov рекурзивни стохастички метод. Показано је да се овај метод под одређеним условима своди на рекурзивни алгоритам типа стохастичког градијента. Матрица појачања оваквог алгоритма одређена је из услова минимума тоталне асимптотске варијансе грешке естимације, чиме је обезбеђена максимално могућа асимптотска брзина конвергенције под задатим условима. На тај начин, предложени приступ резултује у оптималне алгоритме параметарске идентификације на задатој класи расподела поремећаја. Предложеним поступком је избегнута и произвољност и субјективност при избору индекса перформансе и алгоритма параметарске идентификације, а такође су формализоване и хеуристичке интервенције које су уобичајене при статистичкој анализи мерних податка.

Посебни значај у наведеном приступу има теоријска анализа конвергенције, конзистентности и асимптотске брзине конвергенције процена параметара ка њиховим оптималним вредностима, које одговарају минимуму усвојеног критеријума. На бази анализе конвергенције дошло се до егзактних теоријских услова под којима процене параметара, које су генерисане рекурзивним стохастичким алгоритмом, конвергирају. За разлику од поступака симулације, који не омогућава екстензију добијених резултата на нове случајеве који нису обухваћени симулацијом, овакав аналитички резултат има универзалну вредност и од корисника се захтева само да провери да ли су изведени теоријски услови за конвергенцију алгоритма параметарске идентификације испуњени у разматраном случају. Недостатак предложене теоријске анализе је што има асимптотски карактер, те важи на узорку неограничене дужине. У пракси ови резултати важе на коначном али великом узорку, при чему теоријска анализа не даје одговор колико велики узорак треба да буде. Одговор на ово питање, као и сагледавање особина алгоритама параметарске идентификације на узорку коначне, или чак мале, дужине може се добити само путем симулације. С тога се једино комбинацијом теоријске и експерименталне анализе, путем симулације, могу у потпуности сагледати особине предложених алгоритама у условима блиским реалности, што је у овом раду и спроведено.

Посебна пажња је, такође, посвећена практичним аспектима естимације статистичких карактеристика случајних поремећаја у систему, које никад у пракси нису тачно познате. За специјалан, али за праксу врло важан, случај нормалне расподеле мерне популације, која је контаминирана са одређеним процентом неконзистентних опсервација, које се називају грешке мерења или у англосаксонској литератури *outlieri*, предложена је процедура за естимацију непознатог степена контаминације и варијансе шума мерења једновремено са поступком естимације параметара. Естимација непознатих статистика шума мерења заснована је на прилазу QQ криве, који је примењен на меморисани резидуал мерења у оквиру клизећег прозора погодне дужине. За естимацију

параметара коришћени су претходно разматрани рекурзивни стохастички алгоритми, чиме је добијена нова ефикасна процедура за параметарску идентификацију. Овим је омогућена синтеза нове класе ефикасних и практично применљивих рекурзивних алгорита за естимацију непознатих параметара у усвојеној FIR или IIR структури модела система, када је систем подвргнут дејству адаптивног шума чије статистичке особине нису потпуно познате. Овако добијени модели могу наћи широку примену у разнородним задацима анализе технолошких процеса, њихове симулације, као и пројектовања система за обраду и пренос сигнала и управљање технолошким у индустријским процесима.

Један од основних праваца даљих истраживања представља примену изведене нове класе алгорита параметарске идентификације на конкретне проблеме у различитим областима науке и технологије, пре свега информационо комуникационих и управљачких технологија и сложених система.

Основни научно-истраживачки резултати у предложеној докторској дисертацији могу сврстати у следеће категорије:

1. Систематизација бројних постојећих резултата у области параметарске идентификације модела сигнала и система.
2. Систематизација постојећих резултата у области робусне статистике, са анализом могућности њихове примене у задацима параметарске идентификације динамичких модела сигнала и система.
3. Синтеза оригиналног рекурзивног стохастичког алгорита Gauss–Newtonovog типа за естимацију непознатих параметара у усвојеној FIR или IIR структури модела система, када је систем подвргнут дејству адаптивног шума чије статистичке особине нису потпуно познате, али је на располагању извесна априорна информација о овом шуму у смислу дате класе расподеле којој и стварна расподела шума припада.
4. Оригинална теоријска анализа конвергенције, конзистенције и асимптотске брзине конвергенције алгорита, на основу које су изведени егзактни аналитички резултати који указују на услове конвергенције процена параметара ка њиховим оптималним вредностима, у смислу усвојеног критеријума и омогућавају оптималан избор матрице појачања алгорита, у смислу максимално могуће асимптотске брзине конвергенције у задатим условима стохастичког окружења.
5. Синтеза практично применљивог адаптивног алгорита параметарске идентификације на бази симултане естимације параметара усвојене FIR или IIR структуре модела и непознатих статистичких параметара нормално расподељеног адитивног шума, на излазу система, контаминираног ретким спорадичним реализацијама великог интензитета, тзв. outlier-има (оваквим мерним шумом је ефекат деловања стварног непознатог поремећаја у систему пресликан на његов излаз).
6. Оригинална анализа практичне применљивости предложених алгорита параметарске идентификације на бази симулације у условима блиским реалности.

Закључак и предлог

На основу напред изложене детаљне анализе предметне докторске дисертације, Комисија сматра да је предлагањем новог оригиналног алгоритма Gauss–Newtonovog типа за естимацију непознатих параметара у усвојеној FIR или IIR структури модела система кандидат дао научни допринос. Кандидат је систематизовао бројне постојеће резултате у области параметарске идентификације модела сигнала и система. Кандидат је такође систематизовао постојеће резултате у области робусне статистике, са анализом могућности њихове примене у параметарској идентификацији динамичких модела сигнала и система. Кандидат је синтетизовао оригинални рекурзивни стохастички алгоритам Gauss–Newton-овог типа за процену непознатих параметара у усвојеној FIR или IIR структури модела система, када је систем подвргнут дејству адаптивног шума чије статистичке особине нису унапред потпуно познате, али је на располагању извесна априорна информација о класи расподеле шума. Оригинална анализа показује да постоји практична применљивост предложених алгоритама параметарске идентификације на бази симулације у условима блиским реалности.

Напред наведеним, научни допринос кандидата представља евидентну целину. Зато Комисија предлаже Наставно-научном већу да, докторску дисертацију под насловом “Параметарска идентификација дигиталних система заснована на једној класи рекурзивних стохастичких алгоритама Gauss–Newtonovog типа”, кандидата мр Иване Костић Ковачевић, прихвати и одобри њену усмену одбрану.

Косовска Митровица, 15. 01. 2009.

Чланови Комисије

1. др Мирослав Лутовац, редовни професор
председник, Универзитета у Новом Пазару

2. др Видосав Стојановић, редовни професор
Ментор, Електронског факултета у Нишу

3. др Александар Жорић, ванредни професор
Члан, ФТН, Косовска Митровица