Стручни критички осврт

Milena J. Petrović, *Dvosmerni i dvokoračni ubrzani metodi za bezuslovnu optimizaciju*. Докторска дисертација. Ниш: Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, Департман за математику, 2014, 150 стр. (основни текст стр. 1–146, литература 147–150), уз биографију, библиографију ауторке и изјаве на крају. Ментор: проф. др Предраг Станимировић; комисија: академик Градимир Миловановић (председник), проф. др Владимир Ракочевић, проф. др Драгана Цветковић-Илић и проф. др Предраг Рајковић (Машински факултет Универзитета у Нишу). Научна област: математика; научна дисциплина: операциона истраживања. Национални репозиторијум дисертација у Србији (НаРДуС).

I Предмет, грађа и мерило

Дисертација узима за предмет један уско омеђен, а жив круг нумеричке оптимизације: убрзане градијентне методе првог реда за нелинеарну безусловну оптимизацију, у којима се дужина корака одређује Армијевом backtracking процедуром линијског тражења, а убрзање уноси скаларни параметар изведен из Тејлоровог развоја и скаларне апроксимације инверза Хесијана. У тако постављеном оквиру рад конструише три сопствене шеме — двосмерни убрзани метод ADD, двокорачни убрзани метод ADSS и његову једнокорачну трансформацију TADSS — за све три доказује добру дефинисаност и линеарну конвергенцију на ужим класама функција, и упоређује их међусобно и са SM методом Станимировића и Миладиновића по броју итерација, процесорском времену и броју евалуација објектне функције. Тежиште рада је, дакле, конструктивно и рачунско, а не преглед; преглед постојећих метода служи као подлога с које се сопствени методи изводе и спрам које се мере.

Пре свега осталог ваља изрећи мерило, изричито и без изузетка. Рукопис је Комисији за оцену био предат најкасније на дан њеног именовања, 24. децембра 2014. године (извештај о оцени дисертације, Образац Д4, датиран је „Ниш, 30.12.2014“); насловна страна носи годину 2014, а предговор је датиран у Нишу, децембра 2014. Рад се стога овде мери искључиво према литератури, прописима, струковним стандардима и математичком знању који су постојали и били доступни пре краја децембра 2014. Ништа настало касније није мерило — ни доцнија издања приручника и стандарда, ни прописи и радови објављени после тог тренутка. То правило важи и за списак литературе овог осврта: свака његова јединица објављена је пре рока, изузев саме дисертације и извештаја комисије.

Треба, ради потпуности, забележити и то да датум одбране у самом раду није наведен: поља „Датум одбране“ и „Чланови комисије“ у кључној документацијској информацији остала су празна, а примерак носи забелешку да је умножен за одбрану 2015. године, док НаРДуС као датум рада наводи 17. март 2015. Ниједна од тих ознака не помера рок, јер је рукопис на оцени био крајем 2014.

Наводи из дисертације преносе се дословно, у наводницима, у латиничком писму на коме је рад сложен, с бројем према штампаној пагинацији. Где се преноси садржај једначине, алгоритма или табеле, преузима се само онолико колико у тексту стварно постоји.

II Шта рад доноси

Осврт је дужан да почне оним што дисертација јесте, јер је то и највећи део онога што она вреди.

Прво и најважније, рад доноси три сопствене итеративне шеме и за све три спроводи двоструку потврду — теоријску и нумеричку. Двосмерни ADD и двокорачни ADSS изведени су доследно из истог обрасца, а трансформација ADSS у једнокорачни TADSS постављањем услова над двама корацима показује да конструкција није ad hoc него има унутрашњу логику коју рад уме да искористи. Носећи корак целе анализе конвергенције на квадратним функцијама — свођење параметра убрзања на количник који даје оцену између најмање и највеће сопствене вредности матрице — изведен је чисто; рад препознаје да је реч о „Rejlijev koliˇcnik realne simetriˇcne matrice A“ (стр. 110) и одатле добија природну оцену на коју се потом ослањају и ADSS и TADSS. Тај један образац, доследно пренет кроз три метода, даје унутрашњу кохерентност целом четвртом поглављу.

Друго, и то ваља издвојити, рад садржи промишљен контролни оглед. Да би показала да убрзање заиста потиче од уведеног параметра, а не од двосмерне форме саме по себи, ауторка конструише и тестира неубрзану варијанту: „neubrzani pandam ADD algoritma bez pomenutog parametra“ (стр. 112), означену као NADD. Раздвајање доприноса убрзања посебним огледом методолошки је чист и промишљен поступак, и он поређење чини убедљивијим него што би било пуко навођење бројева.

Треће, рад је поштен према границама сопствених метода. Тамо где ADD није бољи, то се изричито каже, и то на сопствену штету: по процесорском времену и броју евалуација „ADD model nije presežan u odnosu na SM“ (стр. 116). Управо тај признати недостатак наводи на конструкцију двокорачног ADSS, који те две мере поправља — дакле самокритичка забелешка има и конструктивну улогу. У истом духу је и изричито омеђавање домета доказане теорије: конвергенција је, каже се, „pokazana je za uniformno konveksne funkcije i striktno konveksne kvadratne funkcije pod odredenim uslovima“ (стр. 22), а на месту где се доказ спроводи стоји да се, због тешкоћа,

„pribeglo se parcijalnom utvrd-ivanju konvergencije definisanog metoda na skupu striktno konveksnih kvadratnih funkcija“ (стр. 123). Рад, дакле, не уопштава преко онога што је доказао.

Четврто, поређење је постављено методолошки исправно. Исти критеријум заустављања примењен је на све методе — „Koriš´cen je isti kriterijum završetka kao u [1]“ (стр. 112) — а избор SM-а за поредбену методу образложен је транзитивним аргументом: пошто је SM у ранијем раду већ показан бољим од AGD и GD, „bilo je dovoljno za poredbeni metod odabrati SM metod“ (стр. 112). Уз то је основица нумеричких закључака свесно проширена: „postignuta je ve´ca generalizacija u odnosu na rezultate istraživanja predstavljenih u [1]“ (стр. 112), тестирањем на већим димензијама него у изворном раду.

Најзад, рад се затвара синтезом која обједињује постигнуто: једном општом двосмерном/двокорачном шемом (4.111) из које се ADD, ADSS и TADSS добијају избором параметара, уз изричито уоквирење да „Jasno je da ima dosta prostora i razloga za dalja prouˇcavanja dvosmernih i/ili dvokoraˇcnih modela opšteg oblika 4.111“ (стр. 146). Уврштавањем параметара из те шеме реконструишу се три конструисана метода, па синтеза није декларативна него проверљива.

Потребно је поштено рећи и оно што надилази појединачне вредности: тврдње рада — изведене оцене, реконструкције шема, приписивања извора, нумеричка пребројавања из сопствених табела — у највећем делу су тачне. Слабости које следе претежно погађају формалну уредност текста и строгост појединих међукорака, а не носеће тезе, резултате ни закључке.

III Циљ, задаци и метод

Дисертација не поставља формалне статистичке хипотезе него циљ и списак задатака; изричито исказан циљ конструисаног метода гласи: „Osnovni cilj konstruisanog ADD-metoda bio je smanjenje broja iteracija“ (стр. 21), уз даље задатке анализе постојећих метода, дефинисања нових шема, конструкције ефикасних двокорачних и двосмерних модела, нумеричког поређења и оцене могућности даљих побољшања. Ти задаци проверљиви су и остварени кроз главе 2–4 и одељак 4.5, а закључна разматрања их сумирају и затварају општом шемом (4.111).

Метод рада одговара најављеном: конструкција трију шема, докази добре дефинисаности и линеарне конвергенције (за наведене класе функција), извођење параметра убрзања из Тејлоровог развоја, Армијева backtracking процедура за дужину корака и нумеричко поређење на скупу тест функција из Андрејеве збирке. Свака од најављених метода стварно је и коришћена, а контролни NADD оглед додатно потврђује да је методолошки апарат постављен доследно. Домет теоријског

дела омеђен је на униформно конвексне и строго конвексне квадратне функције, што рад, како је наведено, изричито признаје — учинак на ширем скупу тест функција износи се као нумерички налаз, не као доказана чињеница.

IV Преглед градијентних метода и линијског тражења

Прве три главе носе преглед: увод у оптимизациони задатак и основне појмове, технике линијског тражења и приказ градијентних метода, те новијих убрзаних градијентних метода (BB, скаларна корекција, Андрејев AGD, SM). Тај преглед је, у највећем делу, коректан и функционалан — служи као подлога с које се у Глави 4 изводе сопствени методи. Најбоља места ту нису пуки прикази: Теорема 2.1 даје прецизну оцену пада вредности функције у итерацији за униформно конвексне функције и повезује backtracking процедуру с константама доње и горње оцене — управо онај теоријски темељ на коме доцније почивају докази конвергенције из Главе 4; извођење егзистенције корака који задовољава оба Волф–Пауелова услова, преко теореме о средњој вредности и изричито исказаног неопходног услова над параметрима, спроведено је уредно; а Теорема 3.1 и Пропозиција 3.3, о позитивности скаларне апроксимације и линеарној конвергенцији AGD-а, чине солидан прелаз ка сопственим методима. Рад при том поштено преноси и ограничења приказаних метода — за лоше условљене функције BB и NGD су, каже се, врло спори и без практичне примене — што прегледни део чини уравнотеженим.

Слабости овог дела су, готово без изузетка, формалне: реч је о штампарским и нотационим омашкама чији исправан облик рад по правилу даје на другом месту. Тако у општем алгоритму из одељка 2.1 корак ажурирања итерације пренет је непотпуно, без вектора правца, а услов заустављања користи индекс наредне итерације пре прве — док је тачна релација исписана у свим осталим алгоритмима поглавља. У формули за метод конјугованих градијената (2.19) изостао је оператор сабирања, а у изразу за коефицијент тог метода изостављен је симбол градијента, па норма стоји уз саму вредност функције; оба пута коректан облик дат је непосредно уз спорно место. У приказу смера преузетог из сопственог рада (Алгоритам 2.1.3) помоћни модел исписан је без квадратног члана, па је други сабирак димензионо неусаглашен; исти пропуст понавља се и у Глави 4, а пун облик, с минимизатором који метод стварно користи, стоји у изворном раду. У исказу једне теореме изостала је ознака домена иза симбола припадања, што непосредно претходна реченица ипак чини недвосмисленим. Уз Волф–Пауелов услов опсег параметра наведен је једном грубље него у самом извођењу, које одмах исписује тачан, ужи услов.

Двеју врста замерки које у овом делу надилазе прост словни пропуст ваља се дотаћи посебно, али и њих одмерити тачно. Прва је нотациона доследност: иста ознака користи се двозначно — и као скаларни фактор убрзања и као матрична апроксимација инверза Хесијана која се одмах прецизира — што накратко може

збунити, иако се веза разрешава из непосредног контекста. Питање доследне нотације није ствар укуса: приручник о математичком писању (P. R. Halmos, *How to write mathematics*, L'Enseignement Mathématique 16, 1970) захтева да ознаке буду осмишљене на почетку и доследно вођене, јер лоша нотација квари и добро излагање. Друга је транскрипција страних имена: име румунског математичара Neculai Andrei јавља се у неколико прилагођених облика, а презиме Borwein једном је прилагођено као „Barzilai i Borvein" (стр. 14) поред облика Borwein на другим местима; име Wolfe–Powell пише се неуједначено. Норма српског језика (*Правопис српскога језика*, Матица српска, Нови Сад, 2010) прописује једно, доследно прилагођено писање страног имена, па су ове неуједначености формална мана — то пре што је свуда, уз латинички облик у загради, аутор недвосмислено идентификован. Тежина им је, дакле, лекторска.

Ту је, најзад, и једна библиографска замерка која се тиче садржине приписивања, а не пуке транскрипције: акцелерациони градијентни метод с фактором убрзања јесте Андрејев рад из 2006. (јединица [3]), а на местима где се уводи општа убрзана формулација означен је као „detektovao Nekulaj Andreji (N. Andrei) u radu [34]" (стр. 19), при чему је [34] Андрејева збирка тест-функција из 2008. Реч је о погрешном броју референце — исти метод рад на другим местима исправно везује за [3] — коју у евентуалном коначном тексту треба исправити. Сродне ситне непрецизности прегледног дела (наслов BB-рада наведен у једнини уместо у множини; изостала ограда „локално" уз преношење једног налаза о R-линеарној конвергенцији; непотпуно поклопљен збирни цитат процедура нетачног тражења; непомињање Левенберга уз, иначе хеџовано и садржински тачно, приписивање Левенберг–Маркуартове шеме) исте су природе — не дирају тачност исказа, него уредност апарата.

V Нови методи: ADD, ADSS и TADSS — конструкција и конвергенција

Језгро рада јесте четврто поглавље, и оно је, у ономе што тврди, у највећем делу поуздано. Извођење параметра убрзања из Тејлоровог развоја и његово препознавање као количника који даје оцену између најмање и највеће сопствене вредности матрице носећи је корак који се, исписан једном, доследно преноси на сва три метода; на њему почива и разумевање улоге услова над сопственим вредностима у обезбеђивању контракције. Уз то стоји већ поменути контролни NADD оглед, који конструкцију фактора убрзања потврђује изоловано.

Две замерке у овом делу, међутим, погађају строгост самих доказа и морају се изрећи у пуном обиму, мада ниједна не руши крајњи закључак о конвергенцији. Прва је у доказу теореме о конвергенцији ADD-а на строго конвексним квадратним функцијама (Теорема 4.5): из представе разлаганог градијента следи да једна

компонента, поред контрахујућег множиоца, носи и адитивни члан реда другог степена по кораку, који потиче од другог правца; доказ, међутим, оцењује само множилац, док адитивни члан нити ограничава нити уклања, а другу од двеју неједнакости само наводи, без доказа. Тражена оцена контракције тако, како је исписана, не следи из показаног. Друга је у доказу доње границе у одговарајућој леми TADSS дела (Лема 4.9): у изведеном низу неједнакости (4.99) стоји међукорак у коме се одузимањем позитивне величине израз наводно не смањује — што није тачно, јер се исправно задржава преостали позитиван сабирак — а завршна оцена важи само за конкретно узете вредности параметара backtracking процедуре, не за пун опсег који општа претпоставка допушта; права доња граница садржи највећу сопствену вредност матрице.

Домет тих двеју празнина ваља, међутим, тачно назначити, јер је уско. Обе погађају строгост међукорака, а не сам исход: закључак да норма градијента тежи нули за строго конвексне квадратне функције остаје на снази независним путем — те су функције уједно униформно конвексне, па их покрива већ доказана општија теорема — а линеарна конвергенција TADSS-а опстаје преко услова над сопственим вредностима. Тврђења, уз то, одговарају већ објављеним радовима на којима почивају одговарајући одељци. Реч је, дакле, о деловима доказа које у евентуалном монографском издању треба допунити — оценом адитивног члана у првом случају и исправком низа неједнакости у другом — а не о нетачном резултату.

Остале замерке овог дела формалне су и по правилу самоисправиве из истог текста. У дефиниционој једначини параметра убрзања (4.14), при слагању, у имениоцу је изостао квадратни множилац корака; исправан облик, с тим множиоцем, изведен је и коришћен у доказу одговарајуће леме, где се он скраћује и даје поменути количник и оцену између сопствених вредности. Помоћна функција којом се дефинише сопствени смер исписана је, и на уводном и на дефиниционом месту, без квадратне форме (уз, на једном месту, минимизацију по погрешно означеној променљивој и домену), па би, дословно узето, минимум био неограничен; намеравани модел, с квадратним чланом и добро дефинисаним минимизатором, једнозначан је из непосредно претходне једначине и из изворног рада. Мотивациона једначина за апроксимацију инверза Хесијана одштампана је с погрешним знаком и без реципрочне вредности параметра, што би је учинило негативно дефинитном упркос реченици испод да је позитивно дефинитна; исправан облик стоји касније у истом делу и у SM аналогу, а радне једначине користе исправан смер. У једном изразу за доњу оцену пада изостао је оператор минимума испред скупа двеју величина, што аналогна лема истог рада исписује исправно. У једначини извода за квадратни случај (4.106) при слагању је изостало множење матрицом, а исправан облик дат је одмах у наредној једначини и у аналогној ADSS релацији.

Неколико замерки тиче се спецификације и унутрашњих упута. У заглављима двају алгоритама (ADD и TADSS) наводе се као улаз два параметра која се ни у једном кораку не користе, док стварно потребни параметри backtracking процедуре и праг заустављања у заглављу нису наведени — заостали, недефинисани симболи које треба изоставити. Између текста и корака алгоритма праг за замену параметра јединицом наведен је једном као услов да параметар није позитиван, а једном као услов да је строго негативан, па је ивични случај нуле третиран недоследно; практично се, међутим, не јавља. Заштитно правило да се параметар постави на јединицу кад испадне негативан наслеђено је из SM метода и оправдано на месту где се уводи (обезбеђује опадајући смер кад Хесијан није позитивно дефинитан); ваља, ипак, забележити да оно излази из претпоставки под којима је конвергенција доказана, што у монографском издању заслужује изричиту ограду. У једној напомени услов који ADSS доказ стварно користи поистовећен је с блажим условом из цитираног рада, иако је први строго јачи; пошто је прави услов експлицитно наведен у самој теореми, забуне о томе шта се доказује нема, али поистовећивање две различите претпоставке треба уклонити. У другој напомени унутрашња упута спаја ознаку леме и ознаку неједнакости у непостојећу „Лему 4.93“ — што из контекста јесте недвосмислено, али је штампарска грешка.

Замерка при преношењу туђе претпоставке заслужује засебан ред само зато што показује исти образац: услов преузет из рада Ђурановић-Милићић и Гардашевић-Филиповић (2010) исписан је с обрнутим поретком константи и с горњом границом без квадратног члана, што одступа од извора; али тај услов служи само приказу туђег алгоритма у уводном одељку, а сопствени докази конвергенције на њега се не ослањају.

VI Нумерички огледи и поређења

Нумерички део носи главнину емпиријске потпоре закључцима, и његова је основица здрава: исти скуп тест функција, исте димензије, исти критеријум заустављања и иста поредбена основица за све методе. По-функцијска пребројавања победа — по броју итерација, процесорском времену и броју евалуација — доследна су и, што је важно, робусна на избор мере просека, јер не зависе од размере: ADSS „daje bolje rezultate kod 21 od 25 testirnih funkcija u pored-enju sa SM metodom“ (стр. 129), а TADSS је бољи „od SM metoda u 24 od 30 slu ˇcaja“ (стр. 144). Ту је потпора закључцима стварна.

Три врсте замерки, међутим, стоје, и све погађају начин приказа, не саму превласт нових метода. Прва је приказ резултата збирним и просечним табелама, без профила учинка. Методолошки рад који је такав приказ увео (E. D. Dolan, J. J. Moré, *Benchmarking optimization software with performance profiles*, Mathematical Programming 91, 2002) управо упозорава да просеци и збирови преко скупа функција

могу бити доминирани малим бројем најтежих проблема — што овде није безазлено, јер збирни фактори убрзања (наведени као вишеструки, реда неколико десетина до неколико стотина пута) јесу аритметичке средине преко функција чији се број итерација креће у распону од десетак до преко сто хиљада, уз процесорско време исписано целим бројем секунди с много нула. Те факторе, стога, ваља узети као оквирне, а не као меру типичног понашања. Правичности ради, исти извор изричито признаје да су табеле по проблему легитимне за мале скупове функција — рад их доследно даје — па је профил учинка овде пожељан, али не и обавезан начин прецизнијег приказа; додатно, поузданост закључка о превласти почива на већ поменутим по-функцијским бројевима победа, који не зависе од размере.

Друга је поновљивост. Опис огледа наводи само процесор — „Workstation Intel Celeron 2.2 GHz“ (стр. 112), а на каснијим местима и скраћено „Workstation Intel 2.2 GHz“ (стр. 132), без ознаке модела — док RAM, оперативни систем, верзија преводиоца, број понављања мерења времена и експлицитне почетне тачке по функцији нису наведени. Струковне препоруке о извештавању о рачунским огледима (H. Crowder, R. S. Dembo, J. M. Mulvey, ACM TOMS 5, 1979; R. H. F. Jackson, P. T. Boggs, S. G. Nash, S. Powell, Mathematical Programming 49, 1991) траже да опис буде довољан за поновљивост — тачан хардвер, преводилац, параметри, полазне тачке, критеријуми заустављања. Замерку ваља, ипак, одмерити: рад јесте навео параметре backtracking процедуре и критеријуме заустављања, а почетне тачке и распоне димензија имплицитно даје позивом на Андрејеву збирку тест-функција (N. Andrei, *An unconstrained optimization test functions collection*, Advanced Modeling and Optimization 10, 2008), која стандардне полазне тачке садржи; те су празнине, дакле, стварне али ограничене, и највише погађају процесорско време као једну од трију мера, док су број итерација и број евалуација поновљиви.

Трећа су унутрашње неусаглашености у извештавању. Закључна реченица једног одељка да ADSS „višestruko prevazilazi SM i ADD algoritme“ (стр. 132) преувеличана је за једну од шест поређених димензија — број итерација наспрам ADD, где је предност свега око девет одсто, што сам рад две стране раније поштено назива „uz blagu prednost u korist ADSS algoritma“ (стр. 130); за осталих пет поређења суперлатив је оправдан, али закључну реченицу ваља ускладити с том прецизнијом формулацијом. У поређењу TADSS-а и ADSS-а на истој страни стоји реченица која податак о седамнаест од двадесет две функције приписује погрешној табели и погрешном методу: „Iako rezultati iz Tabele 4.10 pokazuju bolje performanse ADSS u 17 od 22 testiranja“ (стр. 142), док тај по-функцијски однос потиче из претходне табеле и односи се на TADSS, а просеци тек дају благу предност ADSS-у; тачни подаци стоје у обема табелама, али унутарстранична противречност постоји. Уз то, наведени однос по коме је ADSS бољи од ADD у осамнаест од двадесет пет случајева по пребројавању из одговарајуће табеле треба да гласи деветнаест од двадесет пет — одступање за једну функцију, и то на сопствену штету, које не мења закључак. У приказу резултата

ADD-а иста бројчана вредност која у једној табели стоји као број итерација употребљена је у пратећем тексту као процесорско време у секундама при одређивању временске границе огледа; временска граница остаје иста, али је реч о поновљеном броју на погрешном месту.

Двеју ситних неусаглашености прегледног дела ваља се дотаћи и овде, јер су исте природе: наслов једне табеле говори о просечним вредностима, док њено заглавље и редови дају збирне; и једна табела приказује једанаест од дванаест тест функција (изостао је ред за најмање димензије), док текст и суседна табела наводе свих дванаест. Ниједна не мења закључак који табела илуструје, али обе траже уједначавање наслова и садржаја.

VII Једначине, алгоритми, табеле и језик

Кроз цео текст провлачи се низ словних грешака при слагању — оне се јављају и у уводу, и у прегледу, и у сопственим главама, па и у самом закључку, чија прва реченица гласи „Istraživanaja predstavljena u ovoj disertaciji“ (стр. 145). Ниједна не мења математички садржај, али њихов број указује на непотпуну лектуру. Из истог реда је и мешање језика и техничких ознака — програмски језик наведен је као „programskom jeziku visal C++“ (стр. 132) уместо исправног облика — и неуједначено превођење термина линијског тражења, које се јавља и као линијско тражење и као линијско претраживање; оба су облика устаљена, па је реч о терминолошкој неуједначености, не о грешци.

Одвојено од словног слоја стоји неколико места где сама садржина једне уводне тврдње није прецизна. Датовање настанка Данциговог симплекс метода везано је за „kraj ˇcetvrte decenije prošlog veka sa nastankom Dantzigovog simpleks metoda“ (стр. 1), иако је метод настао касних четрдесетих година (по Nocedal & Wright, 2006, гл. 13, где стоји „Dantzig’s development of the simplex method in the late 1940s“) — реч је о омашки у историјском уводу, реда једне деценије, која не дира предмет рада. У другој делу Дефиниције 1.2 глобалног минимума додата је реченица која меша околину тачке и цео простор и понавља образац строгог минимума из претходне дефиниције; први услов исте дефиниције коректно дефинише глобални минимум, а сви носећи резултати рада почивају на конвексности, не на тој помоћној реченици. У уводном сажетку доприноса поједини резултати описани су снажним квалификативима без непосредно наведене мере; квантитативна поткрепа дата је у Глави 4, па је реч о стилском, а не садржинском претеривању. Ове замерке, узете заједно, траже редакцијску, а не истраживачку интервенцију.

Норму за оба слоја ваља и именовати: за словне грешке и облике термина то је *Правопис српскога језика* (Матица српска, 2010), обавезујућа норма језика на коме је рад писан; за јасноћу и доследност израза начелно мерило даје и већ наведени

Халмосов приручник о математичком писању.

VIII Научни апарат

Научни апарат, супротно словном слоју, спада у уреднији део рада. Попис литературе има шездесет две нумерисане јединице у доследном нумеричком стилу позивања; двосмерна усклађеност позивања и пописа потпуна је — нема ни нецитираних јединица ни позивања без јединице у попису. Та уредност није споредна: акт установе који уређује обликовање дисертације (Одлука о достављању докторских дисертација за репозиторијум Универзитета у Нишу, с Прилогом 4, „Гласник Универзитета у Нишу“ 4/2013) изричито тражи да у попису не буде радова који се у раду не цитирају и допушта навођење по реду појављивања — оба захтева рад испуњава. Посредног цитирања нема; темељни радови наведени су из примарних извора.

Замерке апарату претежно су формалне и поједине су већ поменуте. Најтежа међу њима садржинска је замена броја јединице за акцелерациони градијентни метод (в. одељак IV), локализована и интерно опозива тиме што исти метод рад на другим местима означава исправно. Уз њу иду ситне омашке у самим јединицама пописа: искварен списак аутора једног рада (слепљени иницијали, испао један коаутор), недостајућа цифра у години једне јединице, обрнут редослед сложеног презимена члана комисије на насловним странама, и неуједначено писање неколиких страних презимена. Међународни стандард библиографског навођења (ISO 690:2010) захтева једнообразан стил за све референце у документу (ставка 3.5), укључивање сталних идентификатора где постоје (ставка 12) и датум приступа за променљиве интернет изворе (ставка 3.4) — по том мерилу стоје замерке о неуједначеном писању имена, о изостанку идентификатора и о јединoм интернет извору без датума приступа. Насупрот томе, начин на који рад означава сопствени рукопис у рецензији као још необјављен у складу је с разликовањем које уредничко упутство истог нумеричког стила (IEEE Editorial Style Manual, издање важеће 2014) прописује између рада предатог и рада прихваћеног за објављивање; а датовање једне јединице годином 2015 брани се као дело у припреми, па се не рачуна на терет рукописа из 2014.

Најављени „Indeks pojmova“, који садржај наводи, у самом раду не постоји. Пошто акт установе такав индекс не тражи, реч је о унутрашњој недоследности између најаве и садржаја рада, а не о кршењу прописане форме — то се овде и води као логичка примедба из саме грађе. Изостанак MSC ознака, при наведеном УДК броју, не узима се заману, јер MSC акти установе за дисертацију формално не траже.

IX Однос рада и извештаја комисије

Извештај комисије и садржина рада у највећем се делу поклапају: оцена да је линеарна конвергенција показана за униформно конвексне и строго конвексне квадратне функције под одређеним условима одговара Глави 4 и не уопштава преко тих класа; приказ доприноса (систематизација метода, издвајање класе убрзаних метода, дефинисање и конструкција нових двокорачних и двосмерних шема, предлог даље класе) одговара главама 2–4 и одељку 4.5. Услов објављеног рада пре одбране — најмање један рад на SCI листи, по Правилнику о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације („Гласник Универзитета у Нишу“ 9/2014, чл. 20) — испуњен је, и извештај то констатује: два рада категорије М21, од којих је двокорачни ADSS самостални рад ауторке. Празна поља „Датум одбране“ и „Чланови комисије“ у кључној документацијској информацији не узимају се заману, јер поменути акт установе изричито предвиђа да се датум одбране, уколико није познат у тренутку коричења, додаје накнадно.

Двеју ситних неусаглашености између обрасца извештаја и самог рада ваља се дотаћи ради потпуности. Извештај у Обрасцу Д4 наводи број страна 150 и двадесет три табеле; број страна 150 одговара крају пописа литературе, а нумерисаних табела у телу рада има двадесет две (непрекидно означених), па извештај ту прецењује за једну. Реч је о бројању у обрасцу, не о недостатку рада. Насловне стране рада носе и две словне грешке у енглеском наслову, неусклађене с исправним обликом у кључној документацијској информацији — типографски пропуст на најуочљивијој страни, без утицаја на садржај.

X Шта остаје

Кад се све сабере, добија се оцена коју вреди изрећи у једном комаду, без ублажавања и без претеривања.

Дисертација Milene J. Petrović солидан је и добро изведен рад који нумеричкој оптимизацији доноси три сопствене убрзане градијентне шеме — двосмерну ADD, двокорачну ADSS и њену једнокорачну трансформацију TADSS — за све три доказ добре дефинисаности и линеарне конвергенције на униформно конвексним и строго конвексним квадратним функцијама, доследно изведен параметар убрзања сведен на количник сопствених вредности, промишљен контролни оглед којим се допринос убрзања изолује, и синтезну шему која три метода обједињује као специјалне случајеве. Поређење је методолошки исправно постављено — исти услови и иста основица за све методе — а закључци о превласти нових метода почивају на по-функцијским пребројавањима која не зависе од размере. Рад је, уз то, поштен према сопственим границама: домет доказане теорије изричито омеђује, а места где његови методи нису бољи не прећуткује.

Слабости су, по оцени овог осврта, трослојне, и ниједна не руши носеће тезе рада. Прва и једина суштинска јесу два непотпуно спроведена међукорака у доказима сопствених теорема — неоцењени адитивни члан у доказу конвергенције ADD-а на квадратним функцијама и нетачан међукорак с оценом изведеном само за конкретне параметре у одговарајућој леми TADSS дела; у оба случаја, ваља поновити, крајњи закључак о конвергенцији опстаје независним путем, па је реч о празнинама у строгости, не о нетачном резултату. Друга је приказ нумеричких резултата: збирни фактори убрзања осетљиви на избор функција и на размеру, изостанак профила учинка и празнине у опису окружења за поновљивост процесорског времена, уз неколико унутрашњих неусаглашености у извештавању (преувеличан суперлатив на једном месту, противречна реченица о TADSS-у и ADSS-у, поновљени број на погрешном месту). Трећа је формална уредност текста — низ словних грешака кроз цео рукопис, укључујући и закључак, неуједначена транскрипција страних имена и неколико ситних библиографских омашки, те замена броја једне референце.

Изнад свега тога стоји једна правилност, иста као и распоред самих слабости: провере, извођења и приписивања изведени су брижљивије него слагање и лектура. Управо зато највећи део онога што треба поправити већ је негде у раду тачно урађено — исправна једначина стоји уз погрешно сложену, тачан услов уз грубљи, тачан број уз погрешно приписан.

Пет измена биле би, по оцени овог осврта, најплодније у евентуалном монографском издању или наставку истраживања. Прво, допунити два спорна међукорака доказа — оценом адитивног члана у теореми о конвергенцији ADD-а и исправком низа неједнакости у леми TADSS дела — и уз њих изричито означити да заштитно правило замене параметра јединицом излази из претпоставки под којима је конвергенција доказана. Друго, исправити дефиниционе и мотивационе једначине четвртог поглавља које су сложене без квадратног члана, без множења матрицом или с погрешним знаком, ускладивши их с облицима које рад већ користи у доказима. Треће, употпунити нумерички приказ профилима учинка и потпунијим описом окружења огледа, а збирне факторе убрзања заменити или допунити приказом који мање зависи од размере; уз то ускладити преувеличану закључну реченицу и отклонити противречну реченицу о TADSS-у и ADSS-у. Четврто, исправити замену броја референце за акцелерациони градијентни метод и уједначити библиографски апарат по једнообразном стилу. Пето, спровести пажљиву лектуру целог текста и уједначити транскрипцију страних имена по важећој правописној норми, те у наслове табела унети садржај који оне заиста приказују.

Уз ту врсту редакције — која у највећем делу не тражи ново истраживање него доследно спровођење онога што је рад већ започео — ова дисертација остаје вредан и употребљив допринос области убрзаних градијентних метода, чије би шеме и синтезна класа имали шта да кажу и стручном читаоцу изван уже теме.

Литература

Предмет осврта

Petrović, Milena J., *Dvosmerni i dvokoračni ubrzani metodi za bezuslovnu optimizaciju* [докторска дисертација]. Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, 2014. (НаРДуС, https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/3968.)

Извештај о оцени докторске дисертације (Образац Д4), Природно-математички факултет Универзитета у Нишу, Ниш, 30. децембар 2014.

Метод и извештавање у нумеричкој оптимизацији

Dolan, E. D.; Moré, J. J., „Benchmarking optimization software with performance profiles“, *Mathematical Programming*, 91(2), 2002, 201–213.

Crowder, H.; Dembo, R. S.; Mulvey, J. M., „On reporting computational experiments with mathematical software“, *ACM Transactions on Mathematical Software*, 5(2), 1979, 193–203.

Jackson, R. H. F.; Boggs, P. T.; Nash, S. G.; Powell, S., „Guidelines for reporting results of computational experiments. Report of the ad hoc committee“, *Mathematical Programming*, 49, 1991, 413–425.

Andrei, N., „An unconstrained optimization test functions collection“, *Advanced Modeling and Optimization*, 10(1), 2008, 147–161.

Đuranović-Miličić, N. I.; Gardašević-Filipović, M., „A multi-step curve search algorithm in nonlinear optimization: Nondifferentiable convex case“, *Facta Universitatis, Series Mathematics and Informatics*, 25, 2010, 11–24.

Nocedal, J.; Wright, S. J., *Numerical Optimization*, 2. изд., Springer, New York, 2006.

Математичко писање и научни апарат

Halmos, P. R., „How to write mathematics“, *L'Enseignement Mathématique*, 16, 1970, 123–152.

ISO 690:2010 — Information and documentation: Guidelines for bibliographic references and citations to information resources, 1. изд., ISO, Geneva, 2010.

IEEE Editorial Style Manual, IEEE, издање важеће 2014.

Правопис српскога језика (измењено и допуњено издање), Матица српска, Нови Сад, 2010.

Формални оквир (важећи 2014)

Правилник о поступку припреме и условима за одбрану докторске дисертације (пречишћени текст), „Гласник Универзитета у Нишу“, 9/2014.

Одлука о достављању докторских дисертација за репозиторијум Универзитета у Нишу (с Прилогом 4 — Упутство за обликовање), „Гласник Универзитета у Нишу“, 4/2013.