

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ МАСТЕР РАДА

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Датум и орган који је именовао Комисију 21.11.2025. Веће департмана за математику и информатику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду.
2. Састав Комисије са назнаком 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: <ul style="list-style-type: none">• др Маја Јолић, доцент Природно-математичког факултета у Новом Саду, председник• др Душан Јаковетић, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, ментор• др Наташа Крклец Јеринкић, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду, члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Дуња, Александар, Драгомановић
2. Датум рођења, општина, република: 14.03.1998., Нови Сад, Србија
3. Година уписа на дипломске академске студије, смер/усмерење: 2020., Мастер математичар, Примењена математика-наука о подацима
III НАСЛОВ МАСТЕР РАДА Конвексна оптимизација за велике податке
IV ПРЕГЛЕД МАСТЕР РАДА <p>Мастер рад је написан на 74 стране. Садржај рада је распоређен у 7 поглавља, са 12 слика, једном табелом и листом коришћене литературе од 15 референци. Прво поглавље је увод. У другом поглављу обрађени су конвексни скупови и конвексне функције. Треће поглавље посвећено је оптимизационим и конвексно оптимизационим проблемима. Четврто поглавље је о методама првог реда за глатку и неглатку конвексну оптимизацију без ограничења. Приказани су метод градијента, Нестеров убрзани градијентни метод, проксимални градијентни метод, убрзани проксимални градијентни метод и ADMM алгоритам. У петом поглављу су представљене нове рандомизоване апроксимације. Обрађене су метода спуштања по координатама, стохастичка градијентна метода и рандомизована линеарна алгебра. Шесто поглавље приказује паралелно и дистрибуирано рачунање у комбинацији са ефикасним методама првог реда. У овом поглављу представљени су децентрализовани градијентни спуст и EXTRA алгоритам. Седмо поглавље је закључак.</p>

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА МАСТЕР РАДА

Мастер рад даје добро структуриран и осмишљен преглед постојеће изабране литературе на задату тему. Мотивација за проучавану тему лежи у потреби за смањењем рачунских, меморијских и комуникационих трошкова који се јављају при обради велике количине података. Изазови који настају услед обраде великих скупова података намећу потребу за суштинским преиспитивањем и унапређењем конструисања алгоритама конвексне оптимизације. Након детаљног математичког представљања конвексних скупова и конвексних функција, треће поглавље приказује основне термине везане за оптимизационе и конвексне оптимизационе проблеме. Четврто поглавље посвећено је методама првог реда за глатку и неглатку конвексну оптимизацију без ограничења. У овом делу представљени су градијентни метод, Нестеров убрзани градијентни метод, проксимални и убрзани проксимални градијентни метод, као и њихова теоријска својства везана за конвергенцију. Дата су два графика на којима је приказан процес конвергенције претходно поменутих метода за LASSO и LS формулације при употреби фиксног и адаптивног корака, као и рестарт технике. Резултати јасно указују на значајно побољшање перформанси применом наведених практичних хеуристика. Затим је дат графички приказ експеримената са хетероскедастичном LASSO формулацијом, који показују да нумеричка ефикасност проксималних метода првог реда такође зависи од одговарајуће структуре глаткости функције f . У наставку приказан је проксимални облик циљне функције, који омогућава обраду неглатких и не-Липшицових непрекидних циљних функција. У овом случају користи се ADMM алгоритам, који комбинује технике проширеног Лагранжијана и дуалне декомпозиције. У петом поглављу су представљене нове рандомизоване апроксимације. Најпре је приказана метода спуштања по координатама. Основна идеја овог метода је да уместо да се мењају све променљиве одједном, овде се бира једна координата (једна променљива) и ажурира се само та изабрана променљива, док све остале остају фиксирани (Тако изгледа једна итерација). Описане су четири стратегије бирања координате, као и стопе конвергенције које се могу постићи у одређеним случајевима тих стратегија. Затим приказани су стохастички градијентни методи, који ажурирају све координате истовремено и користе приближне вредности градијента. Прокоментарисани су случајеви у којима можемо видети како од одабира величине корака зависи стопа конвергенције. Дати су алгоритми поменуте две методе, као и једноставни примери на којима се може видети како алгоритми функционишу. У овом поглављу говори се и о рандомизованој линеарној алгебри. Методе рандомизоване линеарне алгебре фокусирају се на апроксимацију матрице помоћу матрице нижег ранга. Коришћењем рандомизације добија се квалитетна апроксимација. Резултат је компактна репрезентација која задржава најважније информације, при чему су операције над њом знатно брже и меморијски ефикасније. У овој подсекцији дат је и детаљно објашњен алгоритам случајне нискорангиране апроксимације. Шесто поглавље бави се паралелним и дистрибуираним рачунањем, које у комбинацији са ефикасним методама првог реда, пружа начин за превазилажење меморијских и рачунских ограничења расподелом података и израчунавања на више процесорних јединица. Прва подсекција бави се *embarrassingly parallel* техником. Дат је и детаљно објашњен пример потпуно паралелног израчунавања вектора градијента у случају када се циљна функција природно може разложити на независне компоненте. Поред паралелизације стандардног градијентног метода за глатке проблеме, формулисање *глобалног консензус проблема* омогућава потпуно паралелно израчунавање и у случају неглатких функција. Таква формулација омогућава коришћење техника декомпозиције, чији алгоритам је приказан у овом делу. Друга подсекција говори о методама првог реда са смањеном или децентрализованом комуникацијом. Методе спушта по координатама (coordinate descent methods) нуде приступ који минимизује комуникациони трошак. Такође дат је и описан алгоритам децентрализованог градијентног спушта. Истакнуто је како од избора величине корака зависи стопа

конвергенције овог алгоритма. Представљен је и EXTRA алгоритам (тачан алгоритам првог реда за консензус оптимизацију). Трећа подсекција наглашава висок степен отпорности на застареле информације стохастичких градијентних метода. Ови методи ослањају се на приближне градијенте, што их чини погодним за асинхрона и децентрализована окружења. У последњем поглављу сумирају се најважније особине и закључци.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Методе првог реда показују се као ефикасан и практичан избор за решавање глатких и неглатких конвексних оптимизационих проблема великих димензија, при чему њихова брзина конвергенције зависи од избора величине корака, као и од теоријских својстава функције циља. Убрзани градијентни методи, као и употреба адаптивних корака и рестарт техника, доводе до значајног побољшања конвергенције у односу на стандардне градијентне методе. Ови резултати наглашавају важност комбиновања теоријских приступа са практичним хеуристикама. Ефикасна оптимизација у композитним проблемима не зависи само од алгоритамских побољшања, већ и од исправне формулације самог проблема оптимизације, да ли су теоријска својства функције f , као што су Липшиц глаткост или самоконкордентност препозната и искоришћена у избору алгоритма. Рандомизовани алгоритми, укључујући методе спушта по координатама, стохастичке градијентне методе и технике рандомизоване линеарне алгебре омогућавају смањење рачунске сложености уз задржавање ефикасности. Рандомизована линеарна алгебра омогућава нискорангне апроксимације матрица, чиме се убрзавају основне операције линеарне алгебре и смањују меморијски захтеви у проблемима са великим скуповима података. Паралелно и дистрибуирано рачунање, у комбинацији са методама првог реда, представља кључни механизам за превазилажење ограничења савремених оптимизационих проблема, нарочито у окружењима са ограниченом комуникацијом. Укупно посматрано, комбинација метода првог реда, рандомизованих апроксимација и паралелно-дистрибуираних техника представља ефикасан и скалабилан приступ решавању конвексних оптимизационих проблема великог обима.

VII КОНАЧНА ОЦЕНА МАСТЕР РАДА

Мастер рад је у потпуности урађен у складу са одобреном темом. Рад је прегледно, свеобухватно и добро написан.

VIII ПРЕДЛОГ

На основу укупне оцене, Комисија предлаже да се мастер рад прихвати, а кандидату Дуњи Драгомановић одобри одбрана.

Нови Сад,

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Маја Јолић,
доцент ПМФ-а, председник

др Душан Јаковетић,
ред. проф. ПМФ-а, ментор

др Наташа Крклец Јеринкић,
ред. проф. ПМФ-а, члан