

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Румен Костадинов Улучев
Факултет по математика и информатика
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

По: конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“

Професионално направление: 4.5. Математика

Специалност: 01.01.09. Изчислителна математика
(числени методи и алгоритми за обработка на изображения)

Обява: „Държавен вестник“ бр. 9/26.01.2018 г.

Кандидат: гл. ас. д-р Станислав Николаев Харизанов, ИИКТ-БАН

1. Представени материали

От единствения кандидат Станислав Николаев Харизанов по конкурса са представени следните материали:

- молба за участие в конкурса;
- автобиография във формат Europass;
- копие от диплома за ОНС „доктор“;
- служебна бележка от ИИКТ-БАН, с която се удостоверява, че кандидатът има трудов стаж като научен сътрудник, асистент и главен асистент общо 6 години и 1 месец;
- списък с цитиранията (без автоцитати) на публикациите;
- резюмета на научните публикации, с които участва в конкурса;
- копия на представените научни публикации.

2. Кратки биографични данни

Станислав Харизанов завършва ОКС „бакалавър“, специалност „математика“, във Факултета по математика и информатика на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ през 2005 г. Впоследствие е приет за обучение в магистърска програма в Университет Якобс, Бремен (Германия), където се дипломира като магистър по математика през 2008 г. През 2011 г. след успешно защитена дисертация, на Станислав Харизанов е присъдена ОНС „доктор“ от Университет Якобс, Бремен. Професионалната кариера на кандидата се е развивала както следва: научен

сътрудник в Университет Якобс, Бремен (Германия), 2009–2011 г.; постдокторант в Университет Кайзерслаутерн (Германия), 2011–2013 г.; в ИИКТ-БАН – асистент, 2014–2016 г. и главен асистент 2016–досега; в ИМИ-БАН – асистент, 2016–2017 г. и главен асистент 2017–досега. Владее на много добро ниво английски и руски език, както и на работно ниво немски.

3. Обща характеристика на дейността на кандидата

3.1. Научна и научно-приложна дейност

Научната дейност на Стапислав Харизанов е обединена под общата тематика числени методи за обработка на изображения, като също така включва теория на апроксимациите, CAGD и др. За участие в конкурса за „доцент“, кандидатът е приложил 23 научни публикации, от които:

- в списания с IF – 6 броя, общ IF 9,934;
- в специализирани издания с SJR – 10 броя, общ SJR 2,522;
- в специализирани международни издания без IF и SJR – 2 броя;
- в други издания – 5 броя.

Те несъмнено покриват наукометричните критерии на ИИКТ-БАН за заемане на академичната длъжност „доцент“. *Constructive Approximation, Computational Mathematics, Numerical Linear Algebra and Applications, Journal of Computational and Applied Mathematics*, в които Станислав Харизанов има отпечатани статии, са сред най-реномираните специализирани международни списания в областта на теория на апроксимациите и числените методи.

Представените публикации са разделени в три основни направления:

- изследване на нелинейни подразделителни оператори (subdivision schemes) и асоциираните с тях многомащабни (large-scale) трансформации;
- оптимално реконструиране на дигитални изображения;
- числени методи и алгоритми за решаване на задачи, в които участва оператор от дробен ред (fractional diffusion).

3.1.1. Изследване на нелинейни подразделителни оператори и асоциираните с тях многомащабни трансформации

В научните трудове [1]–[4] са изследвани нелинейни подразделителни оператори и асоциираните с тях многомащабни трансформации. Широкото приложение на подразделителни оператори в CAGD за приближаване и конструиране на криви и повърхнини с определена гладкост и/или други свойства (запазване на формата на началните данни) налага прецизен анализ на алгоритмите, включително необходими и достатъчни условия за устойчивост на операторите и техните трансформации.

В [2] е доказано ново достатъчно условие за устойчивост от типа на Лишниц на нелинейни подразделителни оператори, а също и за асоциираните им многомащабни трансформации. Полученото условие е приложимо към някои известни

частни случаи, но също така дава устойчивост и на други схеми (триадични и диадични медиано-интерполационни подразделителни оператори, power- p подразделителни оператори) и асоциираните с тях многомащабни трансформации (триадични медиано-интерполационни, power- p за $1 \leq p < 8/3$).

Общата методика от основната статия [2] е приложена в [1] към две фамилии подразделителни оператори, запазващи формата на входните данни. Схемите са предложени по-рано от Kuijt и van Damme, като едната запазва изпъкналостта, а другата – монотонността. Доказана е Липшицова устойчивост на съответните нелинейни подразделителни оператори, а също и за асоциираните им многомащабни трансформации.

В публикациите [3] и [4] са изследвани нормални многомащабни трансформации (NMT). В [3] те са асоциирани с линейни подразделителни оператори за криви, като е оставена широка свобода за избор на нормалните направления. Основният резултат доказан тук е, че асимптотичните свойства на NMT, като сходимост, устойчивост, порядък на детайлите, гладкост на индуцираната нормална репараметризация на кривата зависят от геометричната гладкост на кривата, гладкостта на линейния подразделителен оператор и максималната степен на полиномите, които се възпроизвеждат точно от оператора. В статията [4] е предложена фамилия от глобално коректни и сходящи NMT с висок порядък на намаляване на детайлите за достатъчно гладки криви. Обикновено удовлетворяването на условия, осигуряващи глобална коректност на процеса при NMT, води до по-ниска скорост на намаляване на детайлите и/или до гладкост от по-малък ред на индуцираната нормална репараметризация на кривата. Фамилията NMT, дефинирана и изследвана в [4] е комбинация от NMT, асоциирани с многомащабния оператор на Chaikin и с 4-точковия такъв на Deslauriers-Dubuc. Показано е, че алгоритъмът, базиран на новата NMT осигурява висока асимптотична скорост на намаляване на детайлите.

И в четирите публикации [1]–[4] са приложени резултати от числени експерименти, демонстриращи предимствата в различни аспекти на авторските алгоритми, сравнени с други известни алгоритми.

3.1.2. Оптимално реконструиране на дигитални изображения

Преобладаващият дял от приложените за конкурса публикации е посветен на разработването и изследването на ефективни алгоритми за обезшумяване, възстановяване и сегментация на дигитални изображения с голяма размерност. Математическият апарат, който се използва за целта, е базиран на модели от изпъкналото оптимизиране.

3.1.2.A. Обезшумяване на двумерни дигитални изображения

Публикациите [5], [9], [12], [14], [19], [20], [22], [23] третираат проблеми за обезшумяване на двумерни дигитални изображения.

В [5] е предложен нов метод и разработен алгоритъм за обезшумяване на замъглени с Поасонов шум изображения. Използвана е трансформацията на Анскомб за решаването на изпъкнала оптимизационна задача, като е приложена техника

с покоординатни епиграфски проекции. В статията е показано, че необходимите епиграфски проекции могат да бъдат ефективно пресметнати с метода на Нютон за решаване на нелинейни уравнения. Направени са числени експерименти, демонстриращи предимствата на новия метод.

Публикациите [9], [12] и [23] са приложение в различни аспекти на теоретичните резултати от [5].

В [9] е анализирано влиянието на някои техники, използващи разделяне на областта (domain decomposition) за подобряване качеството на изображението. Например, намаляват се размерите на ограничителното множество върху което се търси решение с минимална енергия на оптимизационната задача, но в същото време се запазват теоретично доказаните свойства на търсеното, незамърсеното, изображение. Разгледани са разбивания както в геометричната, така и в интензитетната дефиниционна област на началното изображение. В резултат на изследванията се показва, че интезитетните разбивания са по-ефективни от геометричните.

Паралелна версия на обезшумяващия алгоритъм от [5] е разработена в [12]. Внимателният анализ показва, че скоростта на сходимост на алгоритъма съществено зависи от избора на стойностите на свободните му параметри. От практическа гледна точка, ефективната приложимост на алгоритъма е свързана с доброто му разпаралеляване. Разгледани са хибридни multi-node и multi-core паралелизации. Представянето на алгоритъма е експериментално тествано както върху стандартни изображения от дигиталната библиотека, така и върху реални радиографски данни, генерирани от индустриален компютърен томограф Nikon XTH 225. На базата на тестове са направени сравнения за влиянието на различни компютърни архитектури върху ефективността на паралелната реализация.

В статията [23] е предложен подход за запазване на структурната информация с нисък контраст, който се явява алтернативен на този от [12]. Целта на метода е да намали ефекта от прекомерното заглаждане на резултата. Това е постигнато като изображението, минимизиращо оптимизационната задача в [5] се разглежда не като приближение на търсеното чисто изображение, а на негова зашумена версия. Числените експерименти дават предимство на изложения подход пред този от [12].

Публикациите [14], [19] и [20] са посветени на някои модификации на обезшумяващия алгоритъм [5], адаптирани към спецификите на индустриалната компютърна томография и по-специално, към работата с томограф Nikon XTH 225.

В [14], в резултат на извършен статистически анализ на компонентите на шума при сканиране с томограф Nikon XTH 225, е показано, че шумът е от смесен Поасонов-Гаусов тип с доминираща поасонова компонента. Посредством експерименти са сравнени четири различни обезшумяващи алгоритъма. В допълнение е предложен един иновативен метод за извличане на структурна информация от обработваното изображение, основаващ се на директна сегментация на изображението чрез разликата на два различни обезшумени резултата.

В статиите [19] и [20] е разработено обобщение на алгоритъма от [5]. При шум с неизвестни параметри, новият алгоритъм използва база данни с информация от повече на брой входни изображения. При предположението, че входните изобра-

жения са сканирани с шум с еднакви характеристики, оптималният ограничителен параметър се пресмята чрез многомерна Питагорова теорема, а ограничителното множество върху което се търси решение е сечението на ограничителните множества за входните изображения. Резултатите от тестовете показват, че при две входни радиографски проекции, генерирани непосредствено една след друга при идентични параметри на томографа, се удовлетворяват условията от теоретичната постановка. Това води до съществено подобрене на качеството на изображението.

В [22] е реализиран и изследван пенализиращия аналог на обезшумяващ алгоритъм при серия от входни изображения, заснети от камерата на мобилен телефон при треперене ръката на заснемащия.

3.1.2.Б. Двухазова сегментация на тримерни дигитални изображения

Някои задачи относно двухазовата сегментация на 3D изображения (т.е. за правилното отличаване на основния обект от фона) са разгледани в статиите [7], [8], [10], [11], [13], [17].

В [7] е предложен нов сегментационен математически модел за обработката на томографски данни, в който важни физични характеристики на сканирания обект, се налагат като ограничения в оптимизационната задача и се запазват след сегментацията на тримерната томографска възстановка. За целта, вокселите на изображението се разглеждат като върхове на равнинен граф с тегла. Моделът се основава на дискретна квадратична минимизация за функция с ограничения, свързана със съответния граф-Лапласиан. Оригиналната задача е сведена до квадратична оптимизация в непрекъснатата дефиниционна област, позволяваща числено решаване. При числените експерименти описаният метод дава по-добри резултати в сравнение с класическите, особено при порести структури, където двете фази подлежащи на сегментация силно се преплитат.

В [8] е изследван граф-теоретичен алгоритъм, запазващ обема и свързаността на твърдата фаза. Предложеният метод се основава на теоретичните резултати за намиране на минимално покриващо дърво на равнинен граф. Показано е, че разработеният алгоритъм се изпълнява за време $O(N \log N)$, където N е броят на вокселите в изображението.

След модификация на теглата в конструирания граф на модела от [7], в [11] е разработен друг ефективен сегментационен алгоритъм, с паралелна реализация. След подходяща смяна на базиса в дефиниционната област, действието на $Q^{-1/2}$ (Q е матрицата на граф-Лапласиана) се апроксимира, като приближението използва най-доброто равномерно приближение на функцията $x^{-1/2}$ с полиноми в подходящ интервал $[\varepsilon, 1]$. По този начин се спестява явното пресмятане и съхраняването в компютърната памет на плътната $N \times N$ матрица $Q^{-1/2}$.

В [10] е предложен итеративен алгоритъм, използващ градиентен метод, който за всички тестови примери се сходя към точното решение на дискретната оптимизационна задача при ограничение от тип 10, поставена в [7]. В приложен аспект, алгоритъмът, макар и все още на експериментално ниво, дава чувствително подобрене на качеството на сегментация.

Публикациите [13] и [17] са приложение на различни модели за сегментация,

имащи за цел подобряване качеството на 3D дигитални изображения на човешки черепи. Резултатът е по-надеждна диагностика на морфологичните белези на индивидите с приложение в дигиталната антропология.

3.1.3. Числени методи и алгоритми за решаване на задачи с дробна дифузия

Математическите модели на редица процеси, свързани с аномална дифузия, включително и при обработката на изображения, са от типа дробна дифузия. Обикновено, при изследването на такъв модел се решава уравнение, в което участва (напр. диференциален) оператор от дробен ред. В някои случаи, задачата се свежда до решаване на уравнение от вида $A^\alpha u = f$, $0 < \alpha < 1$. Публикациите [15]–[18] са посветени на разработването на числени методи и алгоритми за приближено решаване на линейната система $A^\alpha u = f$, $0 < \alpha < 1$, където A е симетрична положително определена матрица, получена при прилагането на метода на крайните разлики или на метода на крайните елементи за елиптична задача от втори ред. Предложените в [16] алгоритми се основават на най-доброто равномерно приближение на функцията $t^{\beta-\alpha}$, $t \in (0, 1]$, при $0 < \alpha < 1$ и $\beta \in \mathbb{N}_+$ (BURA-методология). В [15] са изследвани свойствата на един клас от положително определени оператори, приближаващи A^α чрез BURA-методологията от [16]. Получени са достатъчни условия за положителност на апроксимиращите оператори и оценки за грешката при подобна апроксимация. Теоретичен и експериментален сравнителен анализ относно ефективността на BURA-алгоритъма от [16] с друг известен алгоритъм е направен в [18]. Резултатите от проведените числени експерименти потвърждават ефективността на предложения подход и предимствата му пред други алгоритми.

3.2. Научни, научно-приложни и приложни приноси

Цялостната научна продукция на Станислав Харизанов показва, че той е напълно изграден учен с висока квалификация в областта на математиката. Оценявам високо получените от него резултати. Убедено мога да заявя, че научните и научно-приложните приноси на д-р Ст. Харизанов в числените методи и алгоритми за обработка на изображения са оригинални и не подлежат на съмнение. По-детайлно те са описани в т. 3.1.

3.3. Участие в научноизследователски проекти

Смятам за необходимо да се отбележи екипната изследователска дейност на кандидата по този конкурс, изразяваща се в активното му участие в научни проекти. Станислав Харизанов е ръководител на двустранния проект „Апроксимации с нисък ранг, полиноми, сплайни и техните приложения“, Дог. № ДНТС Австрия 01/3/2017, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на МОН и Osterreichischer Austauschdienst (OeAD). Участник е в колективите на три други текущи проекта, както и в два двустранни за еквивалентна размяна (ЕБР). Също така, той е бил ръководител на два младежки проекта, финансирани от БАН и от Фонд „Научни изследвания“ на МОН.

За успешната си работа по някои от проектите и за цялостната си научноизследователска дейност в областта на Информационните и комуникационни науки и технологии, Станислав Харизанов е отличаван с дипломи, грамоти и др.

3.4. Монографичен труд

В съответствие с чл. 24, ал. 1, т. 3 на ЗРАСРБ, кандидатът по настоящия конкурс за „доцент“ е скицирал съдържанието на монографичен труд, основаващ се на 13 негови публикации в специализирани научни издания, които не повтарят негови резултати за придобиване на ОНС „доктор“.

Станислав Харизанов е структурирал тези публикации в евентуална монография с примерно заглавие „Обработка на дигитални изображения с приложение в индустриалната компютърна томография“, съдържаща Увод и 5 глави.

Считам, че д-р Ст. Харизанов е представил достатъчно качествени научни публикации, равностойни на монографичен труд, и следователно, изискванията от чл. 24, ал. 1, т. 3 на ЗРАСРБ са удовлетворени напълно.

3.5. Учебно-педагогическа дейност

Още като студент в бакалавърската степен, Станислав Харизанов е провеждал упражнения със студенти от ФМИ-СУ по Математически анализ, Диференциално и интегрално смятане, Диференциални уравнения и др. По-късно, като студент в магистърска програма на Университет Якобс, Бремен (Германия), е водил упражнения по Числени методи, Анализ, Линейна алгебра и Стохастични процеси. През учебната 2017/2018 г. д-р Харизанов чете курс по Изпъкнал анализ и приложенията му в обработката на изображения за студенти от магистърската програма „Изчислителна математика и математическо моделиране“ при ФМИ-СУ.

4. Отражение на научните публикации на кандидата в литературата (известни цитирания)

Д-р Станислав Харизанов е представил списък със забелязани 44 независими цитирания (т.е. без автоцитати) на негови публикации в различни издания. Една от публикациите му е цитирана 26 пъти, друга – 8 пъти, трета – 5 пъти, и 5 други статии – по веднъж. Разпределението на цитиранията, според вида на изданията в които са направени, е както следва:

- в списания с IF – 26 броя, с общ IF 36,42;
- в списания с SJR – 1 брой;
- в специализирани научни издания без IF и SJR – 4 броя;
- в хабилитационни трудове в европейски университети – 4 броя;
- в докторски дисертации в европейски университети – 8 броя;
- в arXiv – 1 брой.

Тези данни показват, че резултатите на кандидата са добре известни на широк кръг специалисти в областта, както и признание за научната стойност на постиженията му.

5. Оценка на личния принос на кандидата

Считам, че личният принос на кандидата е безспорен, както в представените публикации, така и в останалите научни дейности от национален и международен характер, в които е участвал. От общо 23 публикации за участие в конкурса, 4 са самостоятелни, други 4 са в съавторство с още един автор, и останалите 15 статии са написани съвместно с двама и повече съавтори. Поради това, че няма представени допълнителни материали, приемам за равностойно участието на съавторите в съвместните им публикации.

6. Критични бележки

Нямам критични бележки, които биха повлияли на оценките ми за кандидата по настоящия конкурс.

7. Лични впечатления

Познавам Станислав Харизанов от 2010 г. Личните ми впечатления за него са, че той е отличен математик в своята област, адаптивен към средата в която твори и умеещ да работи в екип. Допада ми желанието му да работи със студенти и талантиливи ученици. В този смисъл, специално ще отбележа организираната по време на семинара СМАРТ 2017, постер-сесия на докторантите по Изчислителна математика от Университет Йоханес Кеплер, Линц (Австрия). На този форум д-р Харизанов прояви внимание и задълбочен интерес към всяка една от представените задачи и предложените решения, обсъди с докторантите възможни алтернативи и подобрения на използваните методи, както и евентуални обобщения.

8. Заключение

Въз основа на всичко казано по-горе от мен, оценявам положително кандидатурата на д-р Станислав Харизанов по обявения конкурс. Тя удовлетворява необходимите изисквания на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ.

Това ми дава основание да препоръчам на уважаемото Научно жури да предложи на Научния съвет на Института по информационни и комуникационни технологии при БАН да избере гл. ас. д-р Станислав Николаев Харизанов за „доцент“ в професионално направление 4.5. „Математика“ по научната специалност Изчислителна математика (числени методи и алгоритми за обработка на изображения).

28 април 2018 г.

София