Образац-1

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ФАКУЛТЕТ: Природно-математички

РЕПУБЛИКА СРПСКА
УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
Природно-математички факултет
Број: 19-1442/21
Датум: 12.07.2021 год.
БАЊА ЛУКА

ИЗВЈЕШТАЈ КОМИСИЈЕ
о пријављеним кандидатима за избор у звање

I. ПОДАЦИ О КОНКУРСУ

Одлука о расписивању конкурса, орган и датум доношења одлуке:
Одлука Сената Универзитета у Бањој Луци број 02/04-3.1242/21, од 27.05.2021. године.

Ужа научна/умјетничка област:
Информационе науке и биоинформатика (развој софтвера)

Назив факултета:
Природно-математички факултет

Број кандидата који се бирају
1

Број пријављених кандидата
1

Датум и мјесто објављивања конкурса:
Конкурс објављен у дневном листу "Глас Српске" и на веб-сајту Универзитета у Бањој Луци, 16.06.2021. године.

Састав комисије:
(а) **проф. др Драган Матић**, ванредни професор, Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област Информационе науке и биоинформатика (развој софтвера), **предсједник комисије** (б) **проф. др Владимир Филиповић**, редовни професор, Математички факултет, Универзитет у Београду, ужа научна област Рачунарство и информатика, **члан** (в) **доц. др Милана Грбић**, доцент, Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, ужа научна област Информационе науке и биоинформатика (развој софтвера), **члан**

Пријављени кандидати
1. Др Марко Ђукановић

II. ПОДАЦИ О КАДИДАТИМА

Први кандидат

а) Основни биографски подаци

Име (име оба родитеља) и презиме:	Марко (Драган, Самира) Ђукановић
Датум и мјесто рођења:	20.10.1990. Нови Град
Установе у којима је био запослен:	Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет
Звања/радна мјеста:	Асистент и Виши асистент, 2014-2021.
Научна/умјетничка област:	Информационе науке и биоинформатика (развој софтвера)
Чланство у научним и стручним организацијама или удружењима:	

б) Биографија, дипломе и звања:

Основне студије	
Назив институције:	Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет
Звање:	Дипломирани математичар и информатичар
Мјесто и година завршетка:	Бања Лука, 2013.
Просјечна оцјена из цијелог студија:	9,87
Постдипломске студије:	
Назив институције:	Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци
Звање:	Мастер математике - 300 ECTS-Математичка анализа и примјене
Мјесто и година завршетка:	Бања Лука, 2016.
Назив мастер рада:	Нумеричке конструкције генералисаних анти-Гаус квадратура
Ужа научна/умјетничка област:	Математичка анализа и примјене
Просјечна оцјена:	10,00
Докторат:	
Назив институције:	Технички универзитет, Беч
Мјесто и година одбране докторске дисертације:	Беч, Аустрија, 2021.
Назив докторске дисертације:	Егзактни и хеуристички приступи за рјешавање проблема над стринговима из биоинформатике Exact and Heuristic Approaches for Solving String Problems from Bioinformatics
Ужа научна/умјетничка област (подаци из дипломе):	Доктор техничких наука, просјечна оцјена 9.50 (израчунато на основу Правилника о додјели стипендија студентима II и III циклуса (Сл.гласник РС, број 59 од 22.6.2020.))

Институција: Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци
Сарадник у настави на ужој научној области *Информационе науке и биоинформатике (развој софтвера)*:

- асистент, 2014-2016;
- виши асистент, 2016-данас.

в) Научна/умјетничка дјелатност кандидата

Радови прије посљедњег избора/реизбора
(Навести све радове сврстане по категоријама из члана 33. или члана 34.)

Категорија 9: оригинални научни рад у научном часопису националног значаја

1. Marko Đukanović i Dejan Radić: Primjena usmjerenih hipergrafova za predstavljanje funkcionalnih zavisnosti u relacionim modelima, MAT-KOL, XXII (1)(2016), 61-69

Сажетак

У раду је дат приједлог за представљање функционалних зависности између подскупова, атрибута релационих шема кориштењем усмјерених хиперграфова. Усмјерени хиперграфови се представљају бинарним матрицама, што за посљедицу омогућује примјену битских операција на њиховим елементима. Реализовани су и дискутовани алгоритми који на бази таквог концепта рјешавају одређене проблеме из области функционалних зависности. **6 бодова**

2. S. Brdar, M. Đukanović, I. Lalović: Kombinatorne igre sa završnicom tipa (pobjeda, poraz) na konačnim or-grafovima, 179-203, Mat – Kol XXI(3) (2015)

Сажетак

Рад приказује класичну теорију игара два лица на коначним графовима, са коначним путевима, без случајних потеза и са завршетком типа (пораз, побједа). Приказ се илуструје на примјерима игара сличних игри Ним.

6 бодова

3. M. Đukanović: Rješavanje lokacijskog problema ograničenih kapaciteta pomoću algoritma promjenjivih okolina i algortma roja čestica, 117-129, Mat – Kol XXI (2) (2015)

Сажетак

У раду је презентован локацијски проблем ограничених капацитета. За рјешавање овог НП тешког проблема у раду су кориштене метода промјељивих околина и метода која користи рој честица. Приказани су и експериментални резултати добијени примјеном ових метода за рјешавање поменутог оптимизационог проблема. **6 бодова**

Категорија 18: Научни рад на скупу националног значаја, штампан у зборнику извода радова

1.M. Đukanović, „Numerička konstrukcija generalisanih anti – Gaus kvadratura", IV matematička konferencija Republike Srpske, Trebinje, 2015. **1 бод**

2. M. Đukanović, Varijacione anti –Gaus kvadrature", V matematička konferencija Republike Srpske , Pale, 2016. **1 бод**

Радови послије последњег избора/реизбора
(Навести све радове, дати њихов кратак приказ и број бодава сврстаних по категоријама из члана 33. или члана 34.)

Категорија 7: оригинални научни рад у *водећем* научном часопису међународног значаја

1. **Marko Djukanovic**, Christoph Berger, Günther R. Raidl, Christian Blum.An A* search algorithm for the constrained longest common subsequence problem.Information Processing Letters, Volume 166, February 2021, 106041, ISSN 0020-0190.https://doi.org/10.1016/j.ipl.2020.106041 **Фактор утицаја: 0.959**

Сажетак

The constrained longest common subsequence (CLCS) problem was introduced as a specific measure of similarity between molecules. It is a special case of the constrained sequence alignment problem and of the longest common subsequence (LCS) problem, which are both well-studied problems in the scientific literature. Finding similarities between sequences plays an important role in the fields of molecular biology, gene recognition, pattern matching, text analysis, and voice recognition, among others. The CLCS problem in particular represents an interesting measure of similarity for molecules that have a putative structure in common. This paper proposes an exact A* search algorithm for effectively solving the CLCS problem. This A* search is guided by a tight upper bound calculation for the cost-to-go for the LCS problem. Our computational study shows that on various artificial and real benchmark sets this algorithm scales better with growing instance size and requires significantly less computation time to prove optimality than earlier state-of-the-art approaches from the literature.

Проблем условљеног заједничког подниза (CLCS) је уведен као специфична мјера сличности за молекуле. То је специјалан случај условљеног проблема уравнања и проблема најдужег заједничког подниза (LCS), који су добро изучавани у литератури. Налажење сличности између низовних структура игра битну улогу у пољу молекуларне биологије, реконструисања гена, тражења узорака, текстуалне анализе, препознавања гласова, међу осталима. Овај проблем представља интересантну мјеру сличности за молекуле које имају уметајућу заједничку стриктуру. У овом раду се у рјешавању овог проблема предлаже А звијезда претрага. Претрага је вођена уском горњом границом позната од раније из LCS проблема. Наша експериментална студија показују да се на вјештачки генерисаним као и реалним инстанцама овај алгоритам понаша боље са повећавањем величине инстанце и захтјева значајније мање времена за потдрђивање оптималног рјешења него други state-of-the-art алгоритми из литературе.

12 бодова * 0,75 = 9 (четири аутора)

2. **Marko Djukanovic**, Günther R. Raidl, Christian Blum. Anytime algorithms for the longest common palindromic subsequence problem. Computers & Operations Research,Volume 114, February 2020, 104827, ISSN 0305-0548. https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.104827 **Фактор утицаја: 4.008**

The longest common palindromic subsequence (LCPS) problem aims at finding a longest string that appears as a subsequence in each of a set of input strings and is a palindrome at the same time. The problem is a special variant of the well known longest common subsequence problem and has applications in particular in genomics and biology, where

strings correspond to DNA or protein sequences and similarities among them shall be detected or quantified. We first present a more traditional A∗ search that makes use of an advanced upper bound calculation for partial solutions. This exact approach works well for instances with two input strings and, as shown in experiments, outperforms several other exact methods from the literature. However, the A∗ search also has natural limitations when a larger number of strings shall be considered due to the problem's complexity. To effectively deal with this case in practice, anytime A∗ search variants are investigated, which are able to return a reasonable heuristic solution at almost any time and are expected to find better and better solutions until reaching a proven optimum when enough time given. In particular a novel approach is proposed in which Anytime Column Search (ACS) is interleaved with traditional A ∗node expansions. The ACS iterations are guided by a new heuristic function that approximates the expected length of an LCPS in subproblems usually much better than the available upper bound calculation. This A ∗+ACS hybrid is able to solve small to medium-sized LCPS instances to proven optimality while returning good heuristic solutions together with upper bounds for large instances. In rigorous experimental evaluations we compare A ∗+ACS to several other anytime A ∗search variants and observe its superiority.

Проблем најдужег зајдничког палиндромског подниза (LCPS) захтјева налазак најдужег подниза који је заједнички за сваки улазни стринг скупа стрингова, а у исто вријеме је и палиндром. Проблем представља специјалну варијанту добро познатог проблема најдужег заједничког подниза и налази примјене у науци о геномима и биологији, гдје стринг одговара ДНК или секвенци протеина, а потребно је наћи сличност међу њима. Прво презентујемо традиционалну А звијезда претрагу која користи напредну калкулацију горњих граница за парцијална рјешења. Овај егзактни приступ ради добро са улазима који садрже два стринга и, како је показано у нашим експериментима, надјачава неколико других метода из литературе. А звијезда има природна ограничења када се посматра већи број стрингова у улазу усљед комплексности самог проблема. Да бисмо ефективно рјешили овај генералан проблем у пракси, anytime А звијезда варијанте су изучаване, способне да врате рјешења прихватљиве квалитете у било којем времену, гдје се очекује да се налазе боља рјешења док се не нађе оптимално рјешњење, уз претпоставку о довољној количини ресурса. У основи, рад предлаже нови приступ у којем Anytime Column Search (ACS) итерације су комбиноване са класичним експанзијама чворова у А звијезда претрази. Те ACS итерације су вођене новом хеуристичком функцијом која апроксимира очекивану дужину LCPS-а много боље него доступне калкулације горњих граница. A* + ACS хибрид је способан да ријеши инстанце мале и средње величине до оптимума, док враћа добра хеуристичка рјешења све са горњим границама за за инстанце великих димензија. У ригогозним експериментима, упоређујемо A* + ACS хибрид са неколико других anytime А звијезда варијанти и показујемо супериорност датог хибрида.

12 бодова

3. Christian Blum, **Marko Djukanovic**, Alberto Santini, Hua Jiang, Chu-Min Li, Felip Manyà, Günter R. Raidl. Solving longest common subsequence problems via a transformation to the maximum clique problem. Computers & Operations Research, Volume 125, January 2021,105089,ISSN 0305-0548.https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105089 **Фактор утицаја: 4.008**

Longest common subsequence problems find various applications in bioinformatics, data compression and text editing, just to name a few. Even though numerous heuristic approaches were published in the related literature for many of the considered problem variants during the last decades, solving these problems to optimality remains an important challenge. This is particularly the case when the number and the length of the input strings grows. In this work we define a new way to transform instances of the classical longest common subsequence problem and of some of its variants into instances of the maximum clique problem. Moreover, we propose a technique to reduce the size of the resulting graphs.Finally, a comprehensive experimental evaluation using recent exact and heuristic maximum clique solvers is presented. Numerous, so-far unsolved problem instances from benchmark sets taken from the literaturewere solved to optimality in this way.

Проблема наласка најдужег заједничког подниза (LCS) налази многе примјене у биоинформатици, компресији података, едитивању текста, што су само неке од њих. Иако постоје многи хеурситички алгоритми у литератури за рјешавање LCS проблема као и његових варијанти, настале у посљедњих неколико деценија, рјешавање ових проблема егзактно је и даље велики изазов. У основи, изазов је ријешити овакве проблеме када број или дужина стрингова у улазу расту. У овом раду ми дефинишемо нови приступ рјешавању ових проблема трансформишући инстанце калсичног LCS проблема као и неких његових варијанти на инстанце проблема наласка максималне клике у графу. Штавише, предлажемо и технику редукције величине графова. Коначно, експериментална студија која користи скорашње развијене егзактне и хеуристичке рјешаваче проблема проналаска максималне клике је презентована. Бројне, до сада нерјешене инстанце из литературе су ријешене оптимално на овај начин.

12 бодова *0.3 = 3.6

4. **Marko Djukanovic**, Günther R. Raidl, Christian Blum. Finding Longest Common Subsequences: New anytime A∗ search results. Applied Soft Computing,Volume 95, October 2020,106499, ISSN 1568-4946. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106499 **Фактор утицаја: 6.725**

The Longest Common Subsequence (LCS) problem aims at finding a longest string that is a subsequence of each string from a given set of input strings. This problem has applications, in particular, in the context of bioinformatics, where strings represent DNA or protein sequences. Existing approaches include numerous heuristics, but only a few exact approaches, limited to rather small problem instances. Adopting various aspects from leading heuristics for the LCS, we first propose an exact A∗search approach, which performs well in comparison to earlier exact approaches in the context of small instances. On the basis of A∗ search we then develop two hybrid A∗–based algorithms in which classical A∗ iterations are alternated with beam search and anytime column search, respectively. A key feature to guide the heuristic search in these approaches is the usage of an approximate expected length calculation for the LCS of uniform random strings. Even for large problem instances these anytime A∗variants yield reasonable solutions early during the search and improve on them over time. Moreover, they terminate with proven optimality if enough time and memory is given. Furthermore, they yieldupper bounds and, thus, quality guarantees when terminated early. We comprehensively evaluate the proposed methods using most of the available benchmark sets from the literature and compare to the

current state-of-the-art methods. In particular, our algorithms are able to obtain new best results for 82 out of 117 instance groups. Moreover, in most cases they also provide significantly smaller optimality gaps than other anytime algorithms.

Проблема наласка најдужег заједничког подниза (LCS) тражи да се нађе најдужи заједнички подниз за све стрингове из датог скупа стрингова. Овај проблем има примјену у биониформатици, гдје стригови представљају ДНК или протеинске секвенце. Постојећи приступи у рјешавању укључују разне хеуристичке алгоритме али само неколицина њих се тиче егзактног рјешавања проблема, који су и даље лимитирани на инстанце малих димензија. Адаптирајући разне аспекте водећих хеуристика за LCS раније познатих из литературе, овдје предлажемо егзактну А звијезда претрагу која се показала као надмоћан приступ у поређењу са ранијим егзактним приступима у контексту инстанци малих димензија. На бази А звијезда претраге, овдје су развијене два А звијезда хибрида, у којем алтернирају А звијезда итерације са beam search и anytime column search итерацијама, респективно. Кључан аспект у навигирању хеуристичке претраге ових приступа је кориштење калкулације којом се апроксимира очекивана дужина LCS-а развијена на случајним стринговима. Чак и на инстанцама великих димензија, предложени А звијезда хибриди враћају рјешења разумне квалитете у раним фазама претраге и побољшавају га како вријеме пролази. Штавише, ови алгоритми увијек завршавају свој рад са наласком оптималног рјешења, под условом да им је осигирано довољно ресурса. Даље, у сваком тренутку враћају горње границе, а са тим и гаранцију квалитета при ранијем прекиду. Предложени методи су евалуирани на готово свим доступним скуповима инстанци из литературе и поређени са тренутним state-of-the-art методама. У основи, предложени алгоритми враћају нова најбоља рјешења на 82 од укуно 117 група инстанци. У многим случајевима наши алгоритми враћају (статистички) бољи оптимални гап него други алгоритми.

12 бодова

Категорија 15: научни рад на научном скупу међународног значаја, штампан у цјелини

1. **Marko Djukanovic**, Günther R. Raidl, Christian Blum. A Beam Search for the Longest Common Subsequence Problem Guided by a Novel Approximate Expected Length Calculation. In: Nicosia G., Pardalos P., Umeton R., Giuffrida G., Sciacca V. (eds) Proceedings of LOD 2019 – The 5th Conference on machine Learning, Optimization and Data science. Lecture Notes in Computer Science, vol 1194, pp 154-167. Springer, Cham, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37599-7_14

The longest common subsequence problem (LCS) aims at finding a longest string that appears as subsequence in each of a given set of input strings. This is a well known NP-hard problem which has been tackled by many heuristic approaches. Among them, the best performing ones are based on beam search (BS) but differ significantly in various aspects. In this paper we compare the existing BS-based approaches by using a common BS framework making the differences more explicit. Furthermore, we derive a novel heuristic function to guide BS, which approximates the expected length of an LCS of random strings. In a rigorous experimental evaluation we compare all BS-based methods from the literature and investigate the impact of our new heuristic guidance. Results show in particular that our novel heuristic guidance leads frequently to significantly better

solutions. New best solutions are obtained for a wide range of the existing benchmark instances.

Проблема наласка најдужег заједничког подниза (LCS) тражи да се нађе најдужи заједнички подниз који је заједнички за све стрингове датог скупа стрингова. Ово је добро познати NP-тежак проблем који је рјешњаван могим хеуристичим методама. Међу свим њима, најбољи методи су beam search (BS) оријентисани, који се међу собом разликују у многим аспектима. У овом раду поредимо тренутно развијене BS приступе из литературе користећи предложени BS framework. Овдје предлажемо и нову хеуристику која води претрагу у BS, засновану на апроксимацији очекиване вриједности LCS-а на случајним стринговима. У ригорозним експериментима поредили смо све BS-базиране методе из литературе и проучавали смо утицај нове хеуристике. Резултати показују да нова хеуристика наводи претрагу ка (статистички) бољим рјешењима него друге хеуристике. Нова најбоља рјешења су добијена на широком скупу постојећих група инстанци.

5 бодова

2. **Marko Djukanovic**, Günther R. Raidl, Christian Blum. A Heuristic Approach for Solving the Longest Common Square Subsequence Problem. In: Moreno-Díaz R., Pichler F., Quesada-Arencibia A. (eds) Proceedings of EUROCAST2019 – The 17th Computer Aided Systems Theory. Lecture Notes in Computer Science, vol 12013, pp 429-437. Springer, Cham, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45093-9_52

The longest common square subsequence (LCSqS) problem, a variant of the longest common subsequence (LCS) problem, aims at finding a subsequence common to all input strings that is, at the same time, a square subsequence. So far the LCSqS was solved only for two input strings. We present a heuristic approach, based on randomized local search and a hybrid of variable neighborhood search and beam search, to solve the LCSqS for an arbitrary set of input strings. The beam search makes use of a novel heuristic estimation of the approximated expected length of a LCS to guide the search.

Пробема наласка најдужег квадратног подниза (LCSqS) је варијанта класичног проблема наласка најдужег подниза (LCS), који захтјева проналазак најдужег заједничког подниза свих стрингова у улазном скупу који треба да је у исто вријеме квадратни подниз. До сада, овај проблем је рјешаван само за фиксни улазни скуп у коме су присутна два стринга. У овом раду предлажемо два хеуристичка приступа за генералну варијанту проблема: хеуристички приступ који је базиран на рандомизираној локално претрази и хибридни приступ variable neighborhood search и beam search (BS) алгоритама. BS користи у својој претрази нову хеуристику која апроксимира очеквану вриједност LCS-а у навођењу претраге.

5 бодова

3. **Marko Djukanovic**, Günther R. Raidl, Christian Blum. Exact and Heuristic Approaches for the Longest Common Palindromic Subsequence Problem. In: Battiti R., Brunato M., Kotsireas I., Pardalos P. (eds) Proceedings of LION 12 – The 12th Conference Learning and Intelligent Optimization. Lecture Notes in Computer Science, vol 11353, pp 199-214. Springer, Cham, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05348-2_18

The longest common palindromic subsequence (LCPS) problem requires to find a longest palindromic string that appears as subsequence in each string from a given set of input strings. The algorithms that can be found in the related literature are specific for LCPS problems with only two input strings. In contrast, in this work we consider the general case with an arbitrary number of input strings, which is NP-hard. To solve this problem we propose a fast greedy heuristic, a beam search, and an exact A∗ algorithm. Moreover, A∗ is extended by a simple diving mechanism as well as a combination with beam search in order to find good quality solutions already early in the search process. The most important findings that result from the experimental evaluation include that (1) A∗ is able to efficiently find proven optimal solutions for smaller problem instances, (2) the anytime behavior of A∗ can be significantly improved by incorporating diving or beam search, and (3) beam search is best from a purely heuristic perspective.

Проблем наласка најдужег палиндормског подниза (LCPS) захтјева налазак најдужег заједничког подниза стрингова из произвољног скупа. Алгоритми који се могу наћи у литератури разматрају дати проблем са фиксним улазним скупом од два стринга. У овом раду ми разматрамо генералну варијанту проблема са произвољним бројем улазних стрингова, који је НП-тежак проблем. За рјешавање овог проблема предлажемо брзу похлепну хеуристику, beam search, и егзактну А звијезда претрагу. Штавише, А звијезда је проширена једноставним принципом "рођења" као и комбинацијом са beam search техником да би се нашло рјешење доброг квалитета већ у самом почетку претраге. Најбитнији закључци овог истраживања донесена на основу наших експеримената су сљедећа (1) А звијезда претрага је способна да ефикасно ријеши (до оптималности) инстанце малих димензија, 2) anytime понашање А звијезда претраге може бити значајно поправљена укључујући принцим "рођења" или beam search, (3) beam search је најбољи чисти хеуристички приступ кад је у питању рјешавање LCPS проблема.

5 бодова

4. Matthias Horn, **Marko Djukanovic**, Günther R. Raidl, Christian Blum. On the Use of Decision Diagrams for Finding Repetition-Free Longest Common Subsequences. In: Olenev N., Evtushenko Y., Khachay M., Malkova V. (eds) Proceedings of OPTIMA 2020 – The 11th International Conference Optimization and Applications. Lecture Notes in Computer Science, vol 12422, pp 134-149. Springer, Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-

We consider the repetition-free longest common subsequence (RFLCS) problem, where the goal is to find a longest sequence that appears as subsequence in two input strings and in which each character appears at most once. Our approach is to transform a RFLCS instance to an instance of the maximum independent set (MIS) problem which is subsequently solved by a mixed integer linear programming solver.To reduce the size of the underlying conflict graph of the MIS problem, a relaxed decision diagram is utilized. An experimental evaluation on two benchmark instance sets shows the advantages of the reduction of the conflict graphs in terms of shorter total computation times and the number of instances solved to proven optimality. A further advantage of the created relaxed decision diagrams is that heuristic solutions can be effectively derived. For some instances that could not be solved to proven optimality, new state-of-the-art results were obtained in this way.

У овом раду разматрамо проблем проналаска најдужег заједничког подниза без понављања (RFLCS) чији је циљ да се нађе најдужи заједнички подниз свих стрингова из датог скупа тако да подниз не садржи карактере који се појављују више од два пута у њему самом. Наш

приступ се садржи у томе да се трансформишу инстанце RFLCS проблема у инстанце проблема максималног независног скупа (MIS) који је затим ријешен МИП рјешавачем. Да би се редуковала величина добијених графа MIS проблема, релаксирани дијаграми одлуке су кориштени. Експериментална евалуација спроведена на двије врсте скупова инстанци показује предност оваквог приступа у редукцији конфликтних графова што је даље резултирало краћим временом извршавања и већим бројем инстанци које су оптимално ријешене. Даље предности релаксираних дијаграма одлуке је да су хеуристичка рјешења ефективно изведена. За неке инстанце које нису могле бити ријешене овим пристуом, нова најбоља хеуристичка рјешења су добијена.

5*0.75 = 3.75 бодова

5. **Marko Djukanovic**, Christoph Berger, Günther R. Raidl, Christian Blum. On Solving a Generalized Constrained Longest Common Subsequence Problem. In: Olenev N., Evtushenko Y., Khachay M., Malkova V. (eds) Proceedings of OPTIMA 2020 – The 11th International Conference Optimization and Applications. Lecture Notes in Computer Science, vol 12422, pp 55-70. Springer, Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62867-3_5

Given a set of two input strings and a pattern string, the constrained longest common subsequence problem deals with finding a longest string that is a subsequence of both input strings and that contains the given pattern string as a subsequence. This problem has various applications, especially in computational biology. In this work we consider the NP–hard case of the problem in which more than two input strings are given. First, we adapt an existing A* search from two input strings to an arbitrary number m of input strings ($m \geqslant 2$). With the aim of tackling large problem instances approximately, we additionally propose a greedy heuristic and a beam search. All three algorithms are compared to an existing approximation algorithm from the literature. Beam search turns out to be the best heuristic approach, matching almost all optimal solutions obtained by A* search for rather small instances.

Нека је дат скуп од два стринга те један патерн стринг, проблем наласка условљеног најдижег заједничког подниза се тиче наласка најдужег подниза који зајднички за оба стринга и у исто вријеме је надниз датог патерн стринга. Овај проблем има многе примјене, посебно у рачунарској биологији. у овом раду ми посматрамо варијанту горе поменутог проблема гдје мјесто два, у улазу је дат произвољан број стрингова ($m \geqslant 2$), што нам даје NP-тежак проблем. Прво, ми прилагођавамо постојећу А звијезда претрагу развијену за проблем са фиксна два улазна стринга. Са сврхом рјешавања инстанци великих димензија апроксимативно, предложен је похлепни приступ и beam search. Сва три алгоритма су поређена са постојећим апроксимативним алгоритмом из литературе. Закључак експерименталне студије је да је Beam search најбољи приступ, који је способан да дохвати квалитет оптималних рјешења на готово свим инстанцама на којима је А звијезда претрага успјела да нађе оптимално рјешење.

5*0.75 = 3.75 бодова

6.V. Crnogorac, M. Grbić, **M. Đukanović** and D. Matić, "Clustering of European countries and territories based on cumulative relative number of COVID 19 patients in 2020," 2021 20th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2021, pp. 1-6, doi: https://10.1109/INFOTEH51037.2021.9400670

The coronavirus COVID-19 has been affected all the countries and territories in 2020. In this study we cluster European countries according to the cumulative relative number of European COVID-19 patients. The clustering is based on publicly available data published at European Centre for Disease Prevention and Control website and performed by three clustering methods: K-means, agglomerative and BIRCH clustering.Clustering performance, evaluated by Silhouette Coefficient value, shows satisfying accuracy of the obtained clusters. The results presented in this study can be useful to public health officers and practitioners to easier deal with COVID-19 challenges Корановирус је захватио све земље и територије у 2020. У овом истраживању кластерујемо европске земље према кумулативном релативном броју пацијената обољелих од COVID-19. Ксластеровање је базирано на јавно доступним подацима из European Centre for Disease Prevention and Control веб сајта на које је примјењено три врсте метода: K-means, Arglomerative и BIRCH алгоритми. Перформансе кластеровања евалуиране уз помоћ Silhouette кофицијената показују задовољиву преизност добијених кластера.Резултати презентовани у овом истраживању могу бити од користи јавном здравству у сврху лакшег дјеловања против COVID-19. **5*0.75 = 3.75 бодова**	
УКУПАН БРОЈ БОДОВА НА НАУЧНУ ДЈЕЛАТНОСТ	Прије посљедњег избора: 18+2 = 20 Послије посљедњег избора: 9+12+3.6+12+5+5+5+3.75+3.75+3.75 = 62.85 Укупно бодова на научну дјелатност: 20+62.85 = 82.85

г) Образовна дјелатност кандидата:

Образовна дјелатност прије последњег избора/реизбора *(Навести све активности (публикације, гостујућа настава и менторство) сврстаних по категоријама из члана 35.)*
Категорија 16: Уџбеник за предуниверзитетски ниво образовања, коаутор. Бојан Николић, Борис Петковић, **Марко Ђукановић**, Милана Грбић, и Татјана Зец, Збирка урађених задатака са пријемних испита из математике, Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, 2016. Према члану 23. Комисија додјељује **0,5*2=1бод** (пет коаутора)
Образовна дјелатност послије последњег избора/реизбора *(Навести све активности (публикације, гостујућа настава и менторство) и број бодова сврстаних по категоријама из члана 35.)*
Категорија 10: други облици међународне сарадње (конференције, скупови, радионице, едукација у иностранству) У звању сарадника у настави (асистент и виши асистент) на Универзитету у Бањој Луци др Марко Ђукановић је држао вјежбе из сљедећих предмета: ● СП Математика и информатика: Основи програмирања 2; Базе података; Базе података 1; ● СП Техничко васпитање и информатика: Интернет програмирање; Веб дизајн; Према доступним подацима и извјештајима о спроведеној анкети студената Природно-математичког факултета, за извођење вјежби кандидат др Марко Ђукановић је остварио

сљедеће просјечне оцјене:

- Академска 2017/2018:
  - Интернет програмирање 4.07
  - Основи програмирања 2 5.00
  - Веб дизајн 3.85
- Академска 2020/2021:
  - Базе података 3.82
  - Базе података 1 5.00

Просјечна оцјена: 4.35

На основу приказаних резултата, Комисија је према члану 25 Правилника о избору наставника и сарадника у звање додијелила кандидату **8 бодова** за наставничке способности.

УКУПАН БРОЈ БОДОВА НА ОБРАЗОВНУ ДЈЕЛАТНОСТ	Прије посљедњег избора: 1 Послије посљедњег избора:8 Укупно: 1+8 = 9

д) Стручна дјелатност кандидата:

Стручна дјелатност кандидата прије последњег избора/реизбора *(Навести све активности сврстаних по категоријама из члана 36.)*
Категорија 22: остале професионалне активности на Универзитету и ван Универзитета које доприносе повећању угледа Универзитета (навести)
Стручна дјелатност кандидата (послије последњег избора/реизбора) *(Навести све активности и број бодова сврстаних по категоријама из члана 36.)*
Нема

УКУПАН БРОЈ БОДОВА НА СТРУЧНУ ДЈЕЛАТНОСТ	Прије посљедњег избора: 0 Послије посљедњег избора: 0 Укупно: 0

Дјелатност	Бодови
Научна дјелатност	82.85
Образовна дјелатност	9
Стручна дјелатност	0
Укупно	**91.85**

III. ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ

На наведени конкурс за избор у звање наставника на ужој научној области Информационе науке и биоинформатика (развој софтвера), објављен 16.06.2021. године у "Гласу Српске" и на веб-сајту Универзитета у Бањој Луци, пријавио се један кандидат - др Марко Ђукановић. Након увида у приложену документацију, чији је садржај евидентиран у овом извјештају, Комисија констатује да кандидат др Марко Ђукановић испуњава све опште и посебне услове предвиђене конкурсом, Статутом Универзитета у Бања Луци, као и Законом о високом образовању. Комисија је извршила увид у библиографију кандидата, те дала детаљну оцјену приложених научних, образовних и стручних референци. Сходно томе, Комисија даје сљедеће закључно мишљење:

Кандидат др Марко Ђукановић, је запослен на Природно математичком факултету Универзитета у Бањој Луци од 2014. године. Током асистентског стажа изводио је вјежбе из већег броја информатичких предмета на Природно-математичком факултету. Наставу (вјежбе) из повјерених предмета држао је савјесно и одговорно, стекавши углед стручног, поузданог и провјереног радника. Одбраном докторске дисертације на Техничком универзитету у Бечу, кандидат др Марко Ђукановић је стекао основни услов за даље напредовање у наставној и научној каријери.

Увидом у достављену документацију, Комисија констатује да је кандидат др Марко Ђукановић остварио значајне научне и образовне резултате, од којих су неки објављени у врхунским међународним часописима. Радовима објављеним у врхунским међународним математичким и информатичким часописима, кандидат даје научни допринос у интердисциплинарном подручју операционих истраживања, које се налази у пресјеку научних области математике и информатике. Предложени алгоритми којима се рјешавају NP тешки проблеми који проистичу из биоинформатике заузимају значајно мјесто у поменутим научним областима, а такође указују на чињеницу да поље научног дјеловања на којем кандидат даје научни допринос у потпуности одговара научној области на коју се кандидат бира у наставничко звање.

На основу изнесеног, Комисија једногласно предлаже Научно-наставном вијећу Природно математичког факултета Универзитета у Бањој Луци да кандидат др Марко Ђукановић буде изабран у наставничко звање доцента на ужу научну област Информационе науке и биоинформатика (развој софтвера).

Потпис чланова Комисије

1. **Проф. др Драган Матић**, ванредни професор, ужа научна област И науке и биоинформатика (развој софтвера), Природно-математичк Универзитет у Бањој Луци, **предсједник комисије**

2. **Проф. др Владимир Филиповић**, редовни професор, ужа на Рачунарство и информатика, Математички факултет, Универзитет **члан**

3. **Доц. др Милана Грбић**, доцент, ужа научна област Информаци биоинформатика (развој софтвера), Природно-математички факултет, у Бањој Луци, **члан**

У Бањој Луци, 12.07.2021. године

IV. ИЗДВОЈЕНО ЗАКЉУЧНО МИШЉЕЊЕ

У Бањој Луци, 12.07.2021. године

Потпис чланова Комисије са издвојеним закључним мишљењем

1. .....

.....

2. .....

.....