

Резюмета на публикациите на гл. ас. д-р Дафина Петкова,
представени за участие в конкурс за доцент
4.6. Информатика и компютърни науки (Програмиране),
обявен в ДВ, бр. 61/ 02.08.2022 г.

1. O. Roeva, D. Zoteva, V. Lyubenova, **Escherichia coli Cultivation Process Modelling Using ABC-GA Hybrid Algorithm**, Processes, vol: 9, issue: 8: 1418, 2021, pages: 1-15, Electronic ISSN: 2227-9717, doi: <https://doi.org/10.3390/pr9081418>, Ref, Web of Science, IF (3.352 - 2021), Web of Science Quartile: Q2 (2021), <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/8/1418>

Abstract:

In this paper, the artificial bee colony (ABC) algorithm is hybridized with the genetic algorithm (GA) for a model parameter identification problem. When dealing with real-world and large-scale problems, it becomes evident that concentrating on a sole metaheuristic algorithm is somewhat restrictive. A skilled combination between metaheuristics or other optimization techniques, a so-called hybrid metaheuristic, can provide more efficient behavior and greater flexibility. Hybrid metaheuristics combine the advantages of one algorithm with the strengths of another. ABC, based on the foraging behavior of honey bees, and GA, based on the mechanics of nature selection, are among the most efficient biologically inspired population-based algorithms. The performance of the proposed ABC-GA hybrid algorithm is examined, including classic benchmark test functions. To demonstrate the effectiveness of ABC-GA for a real-world problem, parameter identification of an Escherichia coli MC4110 fed-batch cultivation process model is considered. The computational results of the designed algorithm are compared to the results of different hybridized biologically inspired techniques (ant colony optimization (ACO) and firefly algorithm (FA)) — hybrid algorithms as ACO-GA, GA-ACO and ACO-FA. The algorithms are applied to the same problems—a set of benchmark test functions and the real nonlinear optimization problem. Taking into account the overall searchability and computational efficiency, the results clearly show that the proposed ABC-GA algorithm outperforms the considered hybrid algorithms.

Резюме:

В тази статия алгоритъмът на изкуствените пчелни семейства (ABC) е хибридиран с генетичния алгоритъм (GA) за задачата за параметрична идентификация на модел. Когато се работи с реални и широкомащабни задачи, е очевидно, че използването на един-единствен метаевристичен алгоритъм е донякъде ограничаващо. Една умела комбинация на метаевристични или други техники за оптимизация, т. нар. хибриден метаевристичен алгоритъм, може да осигури по-ефективно поведение и по-голяма гъвкавост. Хибридният метаевристичен алгоритъм съчетава предимствата на комбинираните алгоритми. ABC, базиран на поведението на медоносните пчели при търсене на храна, и GA, базиран на механиката на естествения подбор, са сред най-ефективните популационни биологично вдъхновени алгоритми.

Производителността на предложения хибриден алгоритъм ABC-GA се изследва върху класически тестови математически функции. Реалната задача, с която се демонстрира неговата ефективност, е задачата за параметрична идентификация на модел на полупериодичен култивационен процес на Escherichia coli MC4110. Резултатите от изчисленията, проведени с разработения хибриден алгоритъм, се сравняват с резултатите на други хибридизирани биологично вдъхновени техники (оптимизация по метода на мравките (ACO) и алгоритъма на светулката (FA)) — хибриди като ACO-GA, GA-ACO и ACO-FA. Всички те се прилагат за едни и същи задачи – набор от тестови математически функции и реална задача за нелинейна оптимизация. Резултатите показват ясно, че предложеният хибриден алгоритъм ABC-GA превъзхожда другите разгледани хибриди по отношение на цялостното търсене и изчислителна ефективност.

2. O. Roeva, M. Angelova, **D. Zoteva**, T. Pencheva, **Water Cycle Algorithm for Modelling of Fermentation Processes**, Processes, vol: 8, issue: 920, 2020, Electronic ISSN: 2227-9717, doi: <https://doi.org/10.3390/pr8080920>, Ref, Web of Science, IF (2.847 - 2020), Web of Science Quartile: Q3 (2020), <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/8/920>

Abstract:

The water cycle algorithm (WCA), which is a metaheuristic method inspired by the movements of rivers and streams towards the sea in nature, has been adapted and applied here for the first time for solving such a challenging problem as the parameter identification of fermentation process (FP) models. Bacteria and yeast are chosen as representatives of FP models that are subjected to parameter identification due to their impact in different industrial fields. In addition, WCA is considered in comparison with the genetic algorithm (GA), which is another population-based technique that has been proved to be a promising alternative of conventional optimisation methods. The obtained results have been thoroughly analysed in order to outline the advantages and disadvantages of each algorithm when solving such a complicated real-world task. A discussion and a comparative analysis of both metaheuristic algorithms reveal the impact of WCA on model identification problems and show that the newly applied WCA outperforms GA with regard to the model accuracy.

Резюме:

Алгоритъмът на водния кръговрат (water cycle algorithm, WCA) – метаевристичен алгоритъм, вдъхновен от движението на реките и потоците в природата, е адаптиран и приложен тук за пръв път за решаване на предизвикателен проблем като параметричната идентификация на модели на ферментационни процеси. Поради значението им за различни индустриални области, за обекти на параметрична идентификация са избрани модели на ферментационни процеси на бактерии и дрожди. WCA е сравнен с генетичния алгоритъм (Genetic Algorithm, GA) – друга популационна техника, доказана като обещаваща алтернатива на традиционните методи за оптимизация. Получените резултати са анализирани подробно, за да се очертаят предимствата и недостатъците на всеки от алгоритмите при решаването на тази сложна реална задача. Дискусията и проведенят сравнителен анализ на двата метаевристични алгоритъма разкриват ефективността на новоприложения алгоритъм WCA при задачи за параметрична идентификация и показват, че WCA превъзхожда GA по отношение на точността на модела.

3. **D. Zoteva**, V. Atanassova, O. Roeva, E. Szmidt, **Generalized net model of Artificial Bee Colony optimization algorithm**, ANNA'18; Advances in Neural Networks and Applications 2018, Publisher: VDE VERLAG GMBH · Berlin · Offenbach, 2018, pages: 53-58, ISBN: 978-3-8007-4756-6, Ref, SCOPUS, IEEE Xplore, International <https://ieeexplore.ieee.org/document/8576709>

Abstract:

In this paper, a detailed description of the logic of the Artificial Bee Colony (ABC) algorithm within a Generalized Net (GN) model is presented. GNs can be considered as an effective and appropriate tool for illustrating the logics of different optimization techniques. The developed GN-model consists of 7 transitions and 31 places and mimics the optimization processes based on bees' behaviour. As a result, the proposed GN-model executes the metaheuristic algorithm's procedures performing basic steps and realized optimal search.

Резюме:

Обобщените мрежи (ОМ) са ефективен инструмент, подходящ за моделирането на логиката на различни оптимизационни техники. В тази статия е представен ОМ модел, описващ в детайли

алгоритъма на изкуствените пчелни семейства (ABC). Разработеният OM модел се състои от 7 прехода и 31 позиции и илюстрира оптимизационните процеси, основани на поведението на медоносните пчели. Моделът описва основните стъпки от изпълнението на метаевристичния алгоритъм ABC и осъществяването на оптимално търсене.

4. O. Roeva, D. Zoteva, O. Castillo, **Joint set-up of parameters in genetic algorithms and the artificial bee colony algorithm: an approach for cultivation process modelling**, *Soft Computing*, 2020, pages: 1-24, Electronic ISSN 1433-7479, Print ISSN 1432-7643, doi: <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05272-1>, Ref, Web of Science, IF (3.643 - 2020), Web of Science Quartile: Q2 (2020), International <https://link.springer.com/article/10.1007/s00500-020-05272-1>

Abstract:

In this paper, a Joint set-up procedure for tuning metaheuristic algorithms' parameters is proposed. The approach is applied to a genetic algorithm (GA) and tested further on the artificial bee colony (ABC) algorithm. The joint influence of parameters (the crossover and mutation probabilities for GA and the number of population and limit for ABC) on the performance of the algorithms is investigated. As a case study, a model parameter identification of an E. coli fed-batch cultivation process is considered. E. coli is one of the most commonly used bacteria for producing medical substances in the pharmaceutical industry. The development of an effective model of a fed-batch cultivation process is very important. The processes in a bioreactor are usually described by a system of parametric nonlinear differential equations. The model parameter identification is a difficult optimization problem, which cannot be solved by applying traditional numerical methods. Feasibilities of GA and ABC for a model parameter identification of a nonlinear fed-batch cultivation process based on real experimental data are presented. The application of the proposed Joint set-up approach leads to a significant improvement in the performance of GA and ABC. As a result, a reasonable enhancement of the E. coli cultivation model accuracy is achieved. The main advantage of the tuning procedure, which searches an optimal set of values of GA and ABC control parameters, focusing on promising intervals of variation of the parameter values and refining their ranges, is that the computational efforts are reduced by more than 60% for the ABC algorithm and more than 90% for GA.

Резюме:

В тази статия е предложена процедура за настройване на параметрите на метаевристични алгоритми. Подходът е приложен към генетичен алгоритъм (GA) и валидиран допълнително с алгоритъма на изкуствените пчелни семейства (ABC). Изследва се съвместното влияние на избраните параметри върху работата на алгоритмите. Това са вероятностите за кръстосване и мутация за GA и размерът на популацията и контролният параметър limit за ABC. Алгоритмите са приложени за параметрична идентификация на модел на полупериодичен култивационен процес на E. Coli.

E. Coli е една от най-често използваните бактерии за производство на лекарствени субстанции, поради което разработването на ефективен модел на култивационния процес е от изключителна важност. Процесите в един биореактор обикновено се описват със система от нелинейни параметрични диференциални уравнения. Параметричната идентификация на подобен модел е трудна оптимизационна задача, която не може да бъде решена чрез прилагане на традиционни числени методи.

Изследването демонстрира приложимостта на GA и ABC за параметрична идентификация на модел на полупериодичен култивационен процес на E. coli и използва реални експериментални данни. Прилагането на предложения подход за съвместна настройка на параметрите води до значително подобрене в работата на GA и ABC. В резултат се постига по-голяма точност на модела. Процедурата търси оптимален набор от стойности на параметрите за управление на GA и ABC, като се фокусира върху обещаващи интервали, в които стойностите на тези параметри се

изменят, и ги прецизира. Основно предимство на предложената процедура за настройка е, че изчислителните ресурси намаляват с повече от 60% за алгоритъма ABC и повече от 90% за GA.

5. **O. Roeva, D. Zoteva, ICra over Ordered Pairs Applied to ABC Optimization Results.** , Studies in Computational Intelligence, vol: Recent Advances in Computational Optimization. WCO 2019, issue: 920, editor/s: Stefka Fidanova, Publisher: Springer, 2021, pages: 135-148, ISSN (print): 1860-949X, ISSN (online): 1860-9503, ISBN: 978-3-030-58883-0, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58884-7_7, Ref, SCOPUS, SJR: 0.237 (2021) https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58884-7_7

Abstract:

In this paper eight differently tuned Artificial Bee Colony (ABC) algorithms are considered. The influence of the population size, the maximum number of iterations and the probability for choosing a food source (p_i) on the algorithm performance is investigated. Parameter identification of an *E. coli* fed-batch fermentation process model is used as a case study. The ABC algorithms with the best performance are defined based on the obtained numerical results. The considered ABC algorithms are compared applying InterCriteria Analysis. An additional knowledge about the ABC algorithms correlations is obtained as a result.

Резюме:

В тази статия алгоритъмът на изкуствените пчелни семейства (ABC) е настроен по 8 различни начина (8 различно настроени алгоритъма ABC) за задачата за параметрична идентификация на нелинеен модел на полупериодичен култивационен процес на *E. Coli*.

Изследва се влиянието на размера на популацията, максималния брой итерации и вероятността за избор на източник на храна (p_i) върху работата на алгоритъма. Въз основа на получените числени резултати са определени алгоритмите с най-добра производителност. Разгледаните ABC алгоритми са сравнени посредством Интеркритериален анализ, като в резултат се получават допълнителни знания за техните взаимовръзки.

6. **D. Zoteva, N. Angelova, Generalized Nets. An Overview of the Main Results and Applications,** Studies in Computational Intelligence, vol: Research in Computer Science in the Bulgarian Academy of Sciences , issue: 934, editor/s: Krassimir T. Atanassov, Publisher: Springer, Cham, 2021, pages: 177-226, ISSN (online): 1860-9503, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-72284-5_10, Ref, SCOPUS, SJR: 0.237 (2021) https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72284-5_10

Abstract:

Generalized Nets (GNs) are a powerful tool for discrete event simulation and parallel processes flow representation. The apparatus of GNs is equally well suited for modelling simple systems, as well as large, complex systems. The major strength of a discrete event simulation is its ability to model random events and to predict the effects of complex interactions between these events. GN-models could be used as a quick method for analysing and solving complex problems. This article presents a brief overview of the evolution of the GNs theory and its various fields of application. The results discussed here are based on years of research by scientists of the Bulgarian Academy of Sciences.

Резюме:

Обобщените мрежи (OM) са мощен инструмент за симулиране на дискретни събития и паралелно протичащи процеси. Апаратът на OM е еднакво подходящ за моделиране както на прости системи, така и на големи, сложни системи.

Основно преимущество на симулирането на дискретни събития е възможността да се моделират случайни събития и да се прогнозираат ефектите от техните взаимодействия. OM модели могат да се използват като бърз метод за анализиране и решаване на сложни проблеми.

Тази статия представя кратък преглед на еволюцията на теорията на ОМ и различните области на нейното приложение. В нея са обобщени резултатите от дългогодишните изследвания на учени от Българската академия на науките.

7. A. Antonov, D. Zoteva, O. Roeva, **Influence of the Indoor Hockey "Push & Flick" methodology on the ball speed during the penalty corner shooting**, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol: Advances and New Developments in Fuzzy Logic and Technology, issue: 1308, editor/s: Atanassov K.T. et al., Publisher: Springer, 2021, pages: 216-229, ISBN: 978-3-030-77715-9, Electronic ISSN: 2194-5365, Print ISSN: 2194-5357, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-77716-6_20, Ref, SCOPUS, SJR: 0.22 (2021)
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-77716-6_20

Abstract:

Indoor hockey is an official non-Olympic discipline, regulated by International Hockey Federation (FIH), practiced in a hall with a handball size pitch. The main objective of the game is a victory achieved by marking more goals than the opponent. The format of the game was created in the 1950s and 1960s. Later, in 1966, the first Indoor hockey rules were published. In 1968, the World Headquarters officially recognized the discipline as an integral part of hockey.

The penalty corner is one of the most important game situations in hockey (both outdoor and indoor field hockey) with 40% of all goals resulting from this tactical situation. This number may reach 46% or even 68%.

The aim of this paper is to study the influence of the indoor hockey "Push & Flick" methodology on the ball speed improvement during the penalty corner shooting in the potentially effective goal zones. Using variation analysis and InterCriteria Analysis the research team has sought to establish values and possible relations and dependencies between indicators reflecting the ball speed of zone shooting.

Four elite indoor hockey players from the team of the National Sports Academy in Bulgaria, participants in the European Indoor Hockey Clubs Challenge, have been involved in the experiment. According to the requirements of the experimental "Push & Flick" methodology, the duration of the specialized training has been set to 16 weeks. Each player has performed 4,800 shootings, or approximately 300 shootings each week. Tests have been carried out at the beginning (the first week) and at the end (the sixteenth week) of the experiment in order to determine the speed of the ball during the shooting – push/flick from a penalty corner spot (9 m, central from the goal line).

The speed of the ball has been measured with a sports radar Ra-Vid Pro Sport™ (Accuracy: ± 0.1 km/h, Speed range: 1–480 km/h, Stopwatch within 1/100 s, 10 m sec acquisition time, 12-degree radar beam, 1200 to 38.4 K baud, Available in mph or km/h, Maximum Range, Sports: 400–500 ft., Autos: 1.75 miles) located just behind the net and the corresponding shooting areas.

This report will demonstrate the effectiveness of the specialized methodologies related to the preparation of penalty corners "specialists". In addition, InterCriteria Analysis applied for processing the data reveals important dependencies related to the refinement of the technique of pushing and flicking.

Резюме:

Хокейт в зала е официална неолимпийска дисциплина, регулирана от Международната федерация по хоккей (ФИХ), която се практикува в зала на игрище с хандбален размер. Основната цел на играта е победа, постигната чрез отбелязване на повече голове от противника. Форматът на играта е създаден през 50-те и 60-те години на миналия век. По-късно, през 1966 г., са публикувани първите правила за хоккей в зала. През 1968 г. Световната централа официално признава дисциплината за неразделна част от хоккея.

Наказателният корнер е една от най-важните игрови ситуации в хоккея (хокей на трева и в зала), която води до реализирането на 40% от всички голове.

Целта на тази статия е да се проучи влиянието на методиката „Push & Flick“ върху подобряването на скоростта на топката по време на изпълнение на наказателен корнер в потенциално

ефективни гол зони. Използвайки вариационен и интеркритериален анализ, е направен опит да се установят възможни зависимости между индикаторите, отразяващи скоростта на топката при стрелба в зона.

В експеримента са включени четири елитни състезателки по хоккей в зала. Продължителността на специализираното обучение, съгласно изискванията на експерименталната методика „Push & Flick”, е 16 седмици. Всяка състезателка извършва 4800 стрелби или приблизително 300 стрелби всяка седмица. Проведени са тестове в началото (първата седмица) и в края (шестнадесетата седмица) на експеримента, за да се определи скоростта на топката по време на стрелба – тласкане от точката за наказателен корнер (9 м, централно от гол линията). Скоростта на топката е измерена със спортен радар, разположен зад мрежата и съответните зони за стрелба.

Изследването демонстрира ефективността на специализираните методики за подготовка на „специалисти“ по наказателни корнери. В допълнение, интеркритериалният анализ, приложен за обработка на данните, разкрива важни зависимости, свързани с усъвършенстването на техниката на тласкане „Push & Flick”.

8. V. Bureva, V. Traneva, D. Zoteva, S. Tranev, **Generalized Net Model Simulation of Cluster Analysis Using CLIQUE: Clustering in Quest**, Studies in Computational Intelligence, vol: Advances in High Performance Computing, issue: 902, editor/s: Dimov I., Fidanova S., Publisher: Springer, 2021, pages: 48-60, ISBN: 978-3-030-55346-3, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-55347-0_5, Ref, SCOPUS, SJR: 0.237 (2021)
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-55347-0_5

Abstract:

Cluster analysis searches for similarities between data objects according to their characteristics and groups the similar objects into clusters. One of the techniques which combines subspace grid-based clustering and density-based cluster analysis, namely Clustering In Quest (CLIQUE), is studied in the present research. The main steps performed in the process of detecting groups of objects with similar behaviour are: dividing the data space into a finite number of cells, forming a grid-based structure, detecting groups of similar objects and defining the clusters.

Generalized Nets (GNs) have been introduced by Atanassov as an extension of the ordinary Petri nets and other their extensions and modifications. They are a powerful tool for modelling real processes. A GN-model of the CLIQUE real-time data clustering process is constructed here and a simulation of the model is performed using a platform independent software, called GN Integrated Development Environment (GN IDE). An open-source version of the RapidMiner software is used for performing the cluster analysis on real datasets.

Резюме:

Клъстерният анализ търси сходство по дадени признаци между множество различни обекти и групира подобните в клъстери. В настоящето изследване се разглежда техниката Clustering In Quest (CLIQUE), която съчетава клъстеризация, базирана на подпространствена решетка, и клъстерен анализ, базиран на плътност. Основните стъпки, които се извършват в процеса на идентифициране на групите обекти със сходно поведение, са: разделяне на пространството на краен брой клетки, формиране на мрежова структура, откриване на групи от подобни обекти и дефиниране на клъстери.

Обобщените мрежи (ОМ) са въведени от Атанасов като разширение на обикновените мрежи на Петри и други техни разширения и модификации. Те са мощен инструмент за моделиране на реални процеси. Тук е представен ОМ модел на процеса на клъстеризация на данни в реално време CLIQUE и резултатите от извършената симулация на модела, с помощта на платформено независим софтуер, наречен Generalized Net Integrated Development Environment (GN IDE). За прилагане на клъстерния анализ върху реални данни се използва и версия с отворен код на софтуера RapidMiner.

9. *D. Stratiev, D. Zoteva, D. Stratiev, K. Atanassov, Modelling the Process of Production of Automotive Gasoline by the Use of Generalized Nets*, Lecture Notes in Networks and Systems, vol: Uncertainty and Imprecision in Decision Making and Decision Support: New Advances, Challenges, and Perspectives, issue: 338, editor/s: K. Atanassov, V. Atanassova, J. Kacprzyk, A. Kałuszko et al., Publisher: Springer, Cham, 2022, pages: 349-365, ISSN (print): 2367-3370, ISSN (online): 2367-3389, ISBN: 978-3-030-95928-9, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-95929-6_27, Ref, SCOPUS, SJR: 0.151 (2021)
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-95929-6_27

Abstract:

A generalized net model of the process of production of different grades of automotive gasoline is constructed. The processes in Lukoil Neftohim Burgas, Bulgaria refinery are considered as an example. The model can be used for synchronization and optimization of the process. It is simulated in GN IDE (Generalized Net Integrated Development Environment) – a platform independent software for constructing and simulating generalized nets models.

Резюме:

Статията представя обобщено-мрежови модел на процеса на производство на различни видове бензин. Като пример са използвани реалните процеси в рафинерията Лукойл Нефтохим Бургас, България. Така конструираният модел може да бъде използван за синхронизация и оптимизация на процеса. Моделът е описан и симулиран в GN IDE (Generalized Net Integrated Development Environment) – платформено независим софтуер за конструиране и симулиране на обобщено-мрежови модели.

София, 27.09.2022 г.