

КИБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 519.68+681.3

О некоторых задачах анализа гибридных автоматов / В.В. Скобелев, В.Г. Скобелев // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 3–15.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 13 назв.

Аннотация. Определен класс 1-мерных гибридных автоматов, в которых в каждом дискретном состоянии для различных множеств начальных значений непрерывного состояния динамика может быть представлена различными дифференциальными уравнениями, и задана конечная продолжительность этой динамики, которая может быть различной для разных множеств начальных значений непрерывного состояния. Предложены алгоритмы решения задач устранения противоречия в объектах, определяющих гибридный автомат, согласования этих объектов один с другим, нахождения минимального числа переключений и оценки минимального времени, за которое дискретные состояния достижимы из множества начальных дискретных состояний.

Ключевые слова: гибридные автоматы, верификация.

Про деякі задачі аналізу гібридних автоматів / В.В. Скобелев, В.Г. Скобелев // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 3–15.

Анотація. Визначено клас 1-вимірних гібридних автоматів, у яких у кожному дискретному стані для різних множин початкових значень неперервного стану динаміка може бути представлена різними диференціальними рівняннями, та задано скінченну тривалість цієї динаміки, яка може бути різною для різних множин початкових значень неперервного стану. Запропоновано алгоритми розв'язання задач вилучення суперечностей в об'єктах, які визначають гібридний автомат, узгодження цих об'єктів один з одним, знаходження мінімального числа перемикачів та оцінки мінімального часу, за який дискретні стани досяжні з множини початкових дискретних станів.

Ключові слова: гібридні автомати, верифікація.

Some problems from the analysis of hybrid automata / V.V. Skobelev, V.G. Skobelev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 3–15.

Abstract. A class of 1-dimensional hybrid automata is defined, such that in each discrete state, the dynamics can be presented by different differential equations for different sets of initial values of continuous state, each dynamics duration is finite, and can be different for different sets of initial values of continuous state. Algorithms are proposed to solve problems of eliminating contradictions in objects that define the hybrid automata, of coordinating these objects with each other, calculating the minimum number of switchings, and estimating the minimum time for reachability of discrete states from the set of initial discrete states.

Keywords: hybrid automata, verification.

УДК 519.713.1

Синтез Σ -автоматов, специфицированных в логических языках LP и LF первого порядка / А.Н. Чеботарев // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 16–31.

Лл.: 2. Табл. 0. Библиогр.: 6 назв.

Аннотация. Приведены методы синтеза Σ -автоматов по спецификации в языке LP с детерминированной семантикой и в языке LF с недетерминированной семантикой. В основе этих методов лежит эквивалентное преобразование формулы вида $\forall t F(t)$ в так называемую нормальную форму, структура которой соответствует графу переходов специфицированного Σ -автомата.

Ключевые слова: Σ -автомат, LP-формула, LF-формула, автоматная семантика, нормальная форма, ортогонализация.

Синтез Σ -автоматів, що специфіковані у логічних мовах LP і LF першого порядку / А.М. Чеботарев // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 16–31.

Анотація. Наведено методи синтезу Σ -автоматів за специфікаціями у мові LP з детермінованою семантикою і у мові LF з недетермінованою семантикою. В основі цих методів лежить еквівалентне перетворення формули вигляду $\forall t F(t)$ в так звану нормальну форму, структура якої відповідає графу переходів специфікованого Σ -автомата.

Ключові слова: Σ -автомат, LP-формула, LF-формула, автоматна семантика, нормальна форма, ортогоналізація.

Synthesis of Σ -automata specified in the first-order logical languages LP and LF / A.N. Chebotarev // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 16–31.

Abstract. This paper presents methods for synthesizing Σ -automata from specifications in the language LP with deterministic semantics and in the language LF with nondeterministic semantics. These methods are based on the equivalent transformation of the formula of the form $\forall tF(t)$ into a so called normal form whose structure corresponds to the state transition graph of a specified automaton.

Keywords: Σ -automaton, LP-formula, LF-formula, automatic semantics, normal form, orthogonalization.

УДК 004.896

Проблемы построения интеллектуальных систем. Уровни интеллекта / В.Ю. Мейтус // Кибernetика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 32–44.

Л.: 1. Табл. 0. Библиогр.: 10 назв.

Аннотация. Описана разработка теории построения интеллектуальных систем, созданных для решения задач в произвольных предметных областях. Рассмотрены процессы моделирования предметной области на основе использования онтологического представления, включающего логику, и задания отдельных элементов модели как триад, состоящих из экстенционала, интенционала и коннотации. Предложены определения уровней интеллекта, каждый из которых соответствует уровню возможностей интеллектуальной системы.

Ключевые слова: интеллект, интеллектуальная система, уровень интеллекта, предметная область, онтология, онтологическая модель.

Проблеми побудови інтелектуальних систем. Рівні інтелекту / В.Ю. Мейтус // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 32–44.

Анотація. Описано розроблення теорії побудови інтелектуальних систем, створених для розв'язання задач у довільних предметних областях. Розглянуто процеси моделювання предметної області на основі використання онтологічного подання, що включає логіку, і визначення окремих елементів моделі як триад, які складаються з екстенціонала, інтенціонала і конотації. Запропоновані означення рівнів інтелекту, кожний з яких відповідає рівню можливостей інтелектуальної системи.

Ключевые слова: интеллект, интеллектуальная система, уровень интеллекта, предметная область, онтология, онтологическая модель.

Problems of constructing intelligent systems. Levels of intelligence / Meytus V. // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 32–44.

Abstract. The study is devoted to the development of the theory of construction of intelligent systems (IS), created to solve problems in arbitrary subject areas. The decision process consists of modeling the subject area based on the use of an ontological representation, involving logic, and assigning individual elements of the model as triads consisting of an extensional, intensional, and connotation. The paper proposes definitions of the levels of intelligence. Each such level determines its level of capabilities of the intelligent system.

Keywords: intellect, intelligent system, intelligence level, subject area, ontology, ontological model.

УДК 517.9

Усиленное паретовское равновесие для игр на пересекающихся множествах / Э.Р. Смольяков // Кибernetика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 45–55.

Л.: 3. Табл. 0. Библиогр.: 20 назв.

Аннотация. Предложено новое понятие равновесия. Его можно использовать для определения справедливого распределения в кооперативных играх на пересекающихся игровых множествах и уточнения иерархической зависимости между известными равновесиями.

Ключевые слова: конфликтные задачи на пересекающихся множествах, игровые равновесия.

Підсилене паретовська рівновага для ігор на перетинних множинах / Е.Р. Смольяков // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 45–55.

Анотація. Запропоновано нове поняття рівноваги. Його можна використовувати для визначення справедливого розподілу у кооперативних іграх на перетинних ігрових множинах та уточнення ієрархічної залежності між відомими рівновагами.

Ключові слова: конфліктні задачі на перетинних множинах, ігрові рівноваги.

Strongest pareto equilibrium for games on crossing sets / E.R. Smol'yakov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 45–55.

Abstract. A new concept of equilibrium is proposed. It can be used for definition of just sharing in cooperative games on crossing sets and for definition of more strict dependence between different equilibria.

Keywords: conflict problems on intersected sets, game equilibria.

УДК 519.854.33

Приближенный алгоритм лексикографического поиска во многих порядках решения многомерной булевой задачи о ранце / С.В. Чупов // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 56–69.

Лл.: 4. Табл. 3. Библиогр.: 14 назв.

Аннотация. Предложена новая схема приближенного лексикографического поиска решения многомерной булевой задачи о ранце. Основная идея алгоритма состоит в постепенном определении лексикографического порядка (упорядочения переменных), в котором «качественные» решения задачи принадлежат прямому двустороннему лексикографическому ограничению, верхняя граница которого — лексикографический максимум множества допустимых решений задачи в этом порядке. Поскольку поиск «качественных» решений в каждом порядке осуществляется на ограниченном лексикографическом интервале, предлагаемый алгоритм назван ограниченным лексикографическим поиском. Качество работы приближенного метода ограниченного лексикографического поиска исследуется с помощью решения тестовых задач из известных наборов Beasley и F. Glover–G.A. Kochenberger.

Ключевые слова: лексикографический порядок, лексикографический максимум, многомерная булева задача о ранце, алгоритм лексикографического поиска.

Наближений алгоритм лексикографічного пошуку у багатьох порядках розв'язку багатовимірної булевої задачі про ранець / С.В. Чупов // Кибернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 56–69.

Анотація. Запропоновано нову схему наближеного лексикографічного пошуку розв'язку багатовимірної булевої задачі про ранець. Основна ідея алгоритму полягає у поступовому визначенні лексикографічного порядку (впорядкування змінних), у якому «якісні» розв'язки задачі належать прямому двосторонньому лексикографічному обмеженню, верхня межа якого є лексикографічним максимумом множини допустимих розв'язків задачі у цьому порядку. Оскільки пошук «якісних» розв'язків у кожному порядку здійснюється на обмеженому лексикографічному інтервалі, запропонований алгоритм названо обмеженим лексикографічним пошуком. Якість роботи наближеного методу обмеженого лексикографічного пошуку досліджується за допомогою розв'язання тестових задач з відомих наборів Beasley та F. Glover–G.A. Kochenberger.

Ключові слова: лексикографічний порядок, лексикографічний максимум, багатовимірна булева задача про ранець, алгоритм лексикографічного пошуку.

An approximate algorithm for lexicographic search in multiple orders for the solution of the multidimensional Boolean knapsack problem / S.V. Chupov // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 56–69.

Abstract. A new scheme of approximate lexicographic search is proposed for the solution of the multidimensional boolean knapsack problem. The main idea of the algorithm is gradual definition of lexicographic order (ordering of variables) in which “qualitative” solutions of the problem belong to a direct two-sided lexicographic constraint whose upper bound is the lexicographic maximum of the set of feasible solutions of the problem in this order. Since the search for “qualitative” solutions in each order is carried out on a bounded lexicographic interval, the proposed algorithm is called a bounded lexicographic search. The quality of the approximate method of bounded lexicographic search is investigated by solving test problems from the well-known Beasley and Glover–Kochenberger sets.

Keywords: lexicographic order, lexicographic maximum, multidimensional boolean knapsack problem, lexicographic search algorithm.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.85

Обобщенный метод эллипсоидов / П.И. Стецюк, А.В. Фесюк, О.Н. Хомяк // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 70–80.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 12 назв.

Аннотация. Приведен алгоритм с растяжением пространства, который при определенном выборе коэффициента растяжения является методом описанных эллипсоидов. Частным его случаем является метод эллипсоидов Юдина–Немировского–Шора. Описано применение алгоритма для решения задачи выпуклого программирования и задачи поиска седловой точки выпукло-вогнутой функции.

Ключевые слова: метод эллипсоидов, оператор растяжения пространства, локализирующий эллипсоид, задача выпуклого программирования, седловая точка выпукло-вогнутой функции.

Узагальнений метод еліпсоїдів / П.І. Стецюк, О.В. Фесюк, О.М. Хом'як // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 70–80.

Анотація. Наведено алгоритм з розтягом простору, який за певного вибору коефіцієнта розтягу є методом описаних еліпсоїдів. Його частковим випадком є метод еліпсоїдів Юдіна–Немировсько–Шора. Описано застосування алгоритму для розв'язання задачі опуклого програмування і задачі пошуку сідлової точки опукло–увігнутої функції.

Ключові слова: метод еліпсоїдів, оператор розтягнення простору, локалізуючий еліпсоїд, задача опуклого програмування, сідлова точка опукло–увігнутої функції.

Generalized ellipsoid method / P.I. Stetsyuk, O.V. Fesiuk, O.N. Khomyak // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 70–80.

Abstract. An algorithm with space dilation is presented, which is the circumscribed ellipsoid method under a certain choice of tensile coefficient. It is shown that its partial case is the Yudin–Nemirovsky–Shor ellipsoid method. The application of the algorithm for solving a convex programming problem and the problem of finding a saddle point of a convex-concave function are described.

Keywords: ellipsoid method, space dilation operator, localizing ellipsoid, convex programming problem, saddle point of convex-concave function.

УДК 519.85

О двух подходах к моделированию и решению задачи упаковки выпуклых многогранников / Ю.Е. Стоян, А.М. Чугай, А.В. Панкратов, Т.Е. Романова // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 81–90.

Лл.: 2. Табл. 1. Бібліогр.: 24 назви.

Аннотация. Рассмотрена задача упаковки выпуклых многогранников в параллелепипед минимального объема. Для аналитического описания отношений непересечения многогранников, допускающих непрерывные трансляции и повороты, использованы *phi*-функции или квази-*phi*-функции. Построена математическая модель в виде задачи нелинейного программирования, исследованы ее свойства. На основании общей стратегии решения предложено два подхода, учитывающие особенности *phi*-функций и квази-*phi*-функций. Приведены результаты сравнения эффективности этих подходов по значению функции цели и времени решения.

Ключевые слова: упаковка, выпуклые многогранники, *phi*-функция, квази-*phi*-функция, математическая модель, нелинейная оптимизация.

Про два підходи до моделювання та розв'язання задачі пакування опуклих багатогранників / Ю.Є. Стоян, А.М. Чугай, О.В. Панкратов, Т.Є. Романова // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 81–90.

Анотація. Розглянуто задачу пакування опуклих багатогранників у паралелепіпед мінімального об'єму. Для аналітичного опису відношень неперетинання багатогранників, що допускають безперервні трансляції та повороти, використано *phi*-функції або квазі-*phi*-функції. Побудовано математичну модель у вигляді задачі нелінійного програмування та досліджено її властивості. На базі загальної стратегії розв'язання задачі запропоновано два підходи, що враховують особливості *phi*-функцій і квазі-*phi*-функцій. Наведено результати порівняння ефективності цих підходів за значенням функції цілі та часу розв'язання.

Ключові слова: пакування, опуклі багатогранники, *phi*-функція, квазі-*phi*-функція, математична модель, нелінійна оптимізація.

On two approaches to model and solve the packing problem for convex polytopes / Y.E. Stoian, A.M. Chugay, A.V. Pankratov, T.E. Romanova // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 81–90.

Abstract. We consider the packing problem for convex polytopes in a cuboid of minimum volume. To describe analytically the non-overlapping constraints for convex polytopes that allow continuous translations and rotations, we use *phi*-functions and quasi-*phi*-functions. We provide an exact mathematical model in the form of an NLP-problem and analyze its characteristics. Based on the general solution strategy, we propose two approaches that take into account peculiarities of *phi*-functions and quasi-*phi*-functions. Computational results to compare the efficiency of our approaches are given with respect to both the value of the objective function and runtime.

Keywords: packing, convex polytopes, *phi*-function, quasi-*phi*-function, mathematical model, nonlinear optimization.

УДК 519.816

Многокритериальное принятие решений на основе использования множества оптимизационных методов / М.М. Потемкин, И.Ю. Свида // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 91–97.

Лл.: 1. Табл. 3. Бібліогр.: 10 назв.

Аннотация. Приведен подход к многокритериальному принятию решений при исследованиях сложных систем, основанный на использовании результатов, полученных с применением множества методов (как ранжирования, так и формирования ядра), что обеспечивает увеличение степени обоснованности получаемых результатов за счет повышения полноты сравнения альтернатив.

Ключевые слова: альтернатива, многокритериальное принятие решений, многокритериальный метод, полнота сравнения, приоритетный ряд, сложная система, ядро альтернатив.

Багатокритерійне прийняття рішень на основі використання множини оптимізаційних методів / М.М. Потьомкін, І.Ю. Свида // Кибернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 91–97.

Анотація. Наведено підхід до багатокритерійного прийняття рішень під час досліджень складних систем, який ґрунтується на використанні результатів, отриманих застосуванням множини методів (як ранжування, так і формування ядра), що забезпечує збільшення ступеню обґрунтованості отримуваних результатів за рахунок підвищення повноти порівняння альтернатив.

Ключові слова: альтернатива, багатокритерійне прийняття рішень, багатокритерійний метод, повнота порівняння, пріоритетний ряд, складна система, ядро альтернатив.

Multi-criteria decision making based on using a set of optimization methods / M.M. Potiomkin, I.Y. Svida // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 91–97.

Abstract. The authors provide an approach to multi-criteria decision making in the analysis of complex systems. It is based on the results obtained from a number of methods (ranking as well as forming of the kernel), which increases the substantiation of the results due to increasing the completeness of alternatives comparison.

Keywords: alternative, multi-criteria decision making, multi-criteria method, completeness of comparison, preferred range, complicated system, kernel of alternatives.

УДК 620.179.1.001.5

О возможности многоволновой идентификации дефектов в сваях / А.Н. Трофимчук, Ю.И. Калюх, В.А. Душин, Я.А. Берчун // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 98–108.

Лл.: 4. Табл. 0. Бібліогр.: 21 назв.

Аннотация. Обоснована необходимость создания обобщенной модели сваи, которая позволяла бы получать более правдоподобные сигналограммы волновых процессов в железобетонных сваях. Использование существующих на сегодняшний день моделей не позволяет диагностировать дефекты в сваях с достаточной точностью. Разработано несколько волновых моделей сигналограмм, основанных на методе конечных разностей и учитывающих различные виды колебательных процессов в железобетонных сваях в грунте. Модели способны описать различные типы и местоположения дефектов по длине сваи, учесть грунтовые условия строительной площадки и др. Они позволяют имитировать на сигналограмме эхо от дефектов с заданным шагом. Теперь можно будет не только определять длину сваи и местонахождение дефектов, но и делать идентификацию дефектов малых размеров (менее 30% от площади поперечного сечения сваи). В одномерном случае полученные модели совпадают с уже известными, а в трехмерном — являются их обобщением

Ключевые слова: идентификация, дефекты, свая, отраженные волны, численное моделирование.

Про можливість багатохвильової ідентифікації дефектів у палях / О.М. Трофимчук, Ю.І. Калюх, В.А. Душин, Я.О. Берчун // Кибернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 98–108.

Анотація. Обґрунтовано потребу у побудові узагальненої моделі палі, яка б забезпечила отримання більш правдоподібних сигналограм хвильових процесів у залізобетонних палях. Використання сучасних моделей не дає змоги діагностувати дефекти в палях з достатньою точністю. Розроблено декілька хвильових моделей сигналограм, що базуються на методі скінченних різниць та враховують різні види коливальних процесів у залізобетонних палях у ґрунті. Моделі здатні описати різні типи та місця розташування дефектів по довжині палі, врахувати ґрунтові умови будівельного майданчика тощо. Вони дають змогу імітувати на сигналограмах відлуння від дефектів із заданим кроком. Тепер можна не лише визначати довжину палі та місцезнаходження дефектів, але й здійснювати ідентифікацію дефектів малих розмірів (менше 30 % від площі поперечного перерізу палі). В одновимірному випадку отримані моделі збігаються з уже відомими, а у тривимірному — є їхнім узагальненням.

Ключові слова: ідентифікація, дефекти, паля, відбиті хвилі, чисельне моделювання.

On the possibility of multi-wave identification of defects in piles / O.M. Trofymchuk, Yu.I. Kaliukh, V.A. Dunin, Y.A. Berchun // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 98–108.

Abstract. The authors substantiate the necessity of creating a generalized pile model, which would allow obtaining more plausible signalograms of wave processes in reinforced concrete piles. Using currently available models does not allow detecting defects in piles with sufficient accuracy. Several wave models of signalograms are developed, which are based on the finite difference method and take into account different types of oscillatory processes in reinforced concrete piles in the ground. The models are able to describe different types and locations of defects by length of the pile, take into account ground conditions of the construction site, etc. They allow simulating on the signalogram the echo of defects with specified increments. Now it will be possible not only to determine the length of the pile and location of defects, but also to identify small defects (less than 30% of the cross-sectional area of the pile). In the one-dimensional case, the obtained models coincide with those already known, and in three-dimensional case the obtained models are a generalization of the already known ones.

Keywords: identification, defects, pile, reflected waves, numerical simulation.

УДК 517.9:517.87

Оценка нестационарных параметров дифференциальных уравнений в условиях неопределенности / А.Г. Наконечный, Ю.М. Шевчук, В.К. Чикрий // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 109–121.

Лл.: 1. Табл. 0. Библиогр.: 10 назв.

Аннотация. Представлен алгоритм нахождения оптимальных по функционалу и гарантированных оценок нестационарных параметров систем дифференциальных уравнений. Полученные результаты распространены на случай дискретных наблюдений для систем дифференциальных уравнений. В качестве примера представлены результаты оценки параметров для математической модели распространения информации одного вида в социуме.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, нестационарные параметры, оптимальные по функционалу оценки, гарантированные оценки, неопределенность.

Оцінка нестационарних параметрів диференціальних рівнянь в умовах невизначеності / О.Г. Наконечний, Ю.М. Шевчук, В.К. Чикрій // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 109–121.

Анотація. Наведено алгоритм знаходження оптимальних за функціоналом та гарантованих оцінок нестационарних параметрів систем диференціальних рівнянь. Отримані результати поширено на випадок дискретних спостережень для системи диференціальних рівнянь. Як приклад представлено результати оцінки параметрів для математичної моделі поширення інформації одного виду в соціумі.

Ключові слова: диференціальні рівняння, нестационарні параметри, оптимальні за функціоналом оцінки, гарантовані оцінки, невизначеність.

Estimation of nonstationary parameters of differential equations under uncertainty / O.G. Nakonechnyi, Yu.M. Shevchuk, V.K. Chikrii // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 109–121.

Abstract. The algorithms of constructing optimal functional estimates and guaranteed estimates of nonstationary parameters of differential equations are proposed. The results are generalized to discrete-time models. These algorithms can be used to predict the dynamics of systems of differential equations. The results of a numerical experiment for the problem of constructing guaranteed estimates for the mathematical model of propagation of one type of information are considered.

Keywords: differential equations, non-stationary parameters, optimal functional estimation, guaranteed estimation, uncertainty.

УДК 519.6

Схема повышенного порядка точности для двумерного уравнения Пуассона в прямоугольнике с учетом влияния краевого условия Дирихле / Н.В. Майко // Кибернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 122–134.

Лл.: 0. Табл. 0. Библиогр.: 10 назв.

Аннотация. Изучена конечно-разностная схема повышенного порядка аппроксимации на девяти-точечном шаблоне для уравнения Пуассона в прямоугольнике с краевым условием Дирихле. Получены оценки точности приближенного решения, учитывающие влияние краевого условия. Показано, что точность схемы выше в приграничных узлах сеточного множества и повышение порядка аппроксимации не влияет на эффект от краевого условия.

Ключевые слова: уравнение Пуассона, краевое условие Дирихле, разностная схема, девятиточечный шаблон, разностный оператор, оценка точности, краевой эффект.

Схема підвищеного порядку точності для двовимірного рівняння Пуассона в прямокутнику з урахуванням впливу крайової умови Діріхле / Н.В. Майко // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 122–134.

Анотація. Досліджено скінченно-різницева схему підвищеного порядку апроксимації на дев'яти-точковому шаблоні для рівняння Пуассона в прямокутнику з крайовою умовою Діріхле. Отримано оцінки точності наближеного розв'язку, які враховують вплив крайової умови. Доведено, що точність схеми вища в прилеглих вузлах сіткової множини і підвищення порядку апроксимації не впливає на ефект від крайової умови.

Ключові слова: рівняння Пуассона, крайова умова Діріхле, різницева схема, дев'ятиточковий шаблон, різницевий оператор, оцінка точності, крайовий ефект.

The finite-difference scheme of higher order of accuracy for the two-dimensional Poisson equation in a rectangle with allowance for the effect of the Dirichlet boundary condition / N.V. Mayko // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 122–134.

Abstracts. We investigate the finite-difference scheme of higher order of accuracy on a nine-point template for Poisson's equation in a rectangle with the Dirichlet boundary condition. We substantiate the error estimate taking into account the influence of the boundary condition. We prove that the accuracy order is higher near the sides of the rectangle than at the inner nodes of the mesh set and increase in the approximation order has no impact on the boundary effect.

Keywords: Poisson's equation, Dirichlet boundary condition, finite-difference scheme, nine-point template, discrete operator, error estimate, boundary effect.

УДК 519.622; 517.5

Кусочно-полиномиальные алгоритмы анализа процессов в неоднородных средах / В.И. Биленко, Е.В. Божонко, С.Ю. Дзядык, О.Б. Стеля // Кібернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 135–141.

Лл.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 19 назв.

Аннотация. Предложены, теоретически обоснованы и программно реализованы высокоточные численно-аналитические алгоритмы аппроксимации решений задач в неоднородных средах на основе применения линейных полиномиальных операторов.

Ключевые слова: кусочно-полиномиальная аппроксимация, неоднородные среды, ненасыщаемость, наилучшее приближение, алгебраически-нелинейные уравнения, оптимальные алгоритмы, оптимизация вычислений, параболические сплайны специального вида.

Кусково-поліноміальні алгоритми аналізу процесів у неоднорідних середовищах / В.І. Біленко, К.В. Божонко, С.Ю. Дзядик, О.Б. Стеля // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 135–141.

Анотація: Запропоновано, теоретично обґрунтовано та програмно реалізовано високоточні численно-аналітичні алгоритми апроксимації розв'язків задач у неоднорідних середовищах на основі застосування лінійних поліноміальних операторів.

Ключові слова: кусково-поліноміальна апроксимація, неоднорідні середовища, ненасичуваність, найкраще наближення, алгебраїчно-нелінійні рівняння, оптимальні алгоритми, оптимізація обчислень, параболічні сплайни спеціального вигляду.

Piecewise polynomial algorithms for analysis of processes in inhomogeneous medium / V.I. Bilenko, K.V. Bozhonok, S.Yu. Dzyadyk, O.B. Stelya // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 135–141.

Abstract. The authors propose, theoretically substantiate, and programmatically implemented high-precision numerical-analytical algorithms for approximation of problems solutions in inhomogeneous media on the basis of linear polynomial operators.

Keywords: piecewise polynomial approximation, inhomogeneous medium, unsaturation, best approximation, algebraic-nonlinear equations, optimal algorithms, computational optimization, parabolic splines of special kind.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE-HARDWARE COMPLEXES

УДК 004.94:343.985

Построение системы автоматизации для внедрения модели полицейской деятельности, управляемой аналитикой, в органах Национальной полиции Украины / А.В. Мовчан, В.Ю. Тарануха // Кібернетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 142–150.

Лл.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 15 назв.

Аннотация. Проанализированы актуальные проблемы внедрения модели полицейской деятельности, управляемой аналитикой, в органах Национальной полиции Украины. На основании результатов этого анализа предложена архитектура аналитической системы и рассмотрен математический аппарат построения элементов будущей системы. Успешное внедрение и применение новых методов криминального анализа позволит в дальнейшем распространить его на всю систему Национальной полиции Украины, а также активно использовать аналитические методы и технологии, обеспечивающие эффективное расследование уголовных правонарушений.

Ключевые слова: информационно-аналитическая работа, криминальный анализ, модель полицейской деятельности, управляемой аналитикой, средства автоматизации, компьютерная лингвистика, условные случайные поля, глубокое обучение.

Побудова системи автоматизації для впровадження моделі поліцейської діяльності, керованої аналітикою, в органах Національної поліції України / А.В. Мовчан, В.Ю. Тарануха // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 142–150.

Анотація. Проаналізовано актуальні проблеми впровадження моделі поліцейської діяльності, керованої аналітикою, в органах Національної поліції України. На основі результатів цього аналізу запропоновано архітектуру аналітичної системи та розглянуто математичний апарат побудови складових майбутньої системи. Успішне впровадження та застосування нових методів кримінального аналізу дасть змогу в майбутньому поширити його на всю систему Національної поліції України, а також активно застосовувати аналітичні методи та технології, які забезпечать ефективне розслідування кримінальних правопорушень.

Ключові слова: інформаційно-аналітична робота, кримінальний аналіз, модель поліцейської діяльності, керованої аналітикою, засоби автоматизації, комп'ютерна лінгвістика, умовні випадкові поля, глибоке навчання.

Constructing an automation system to implement the intelligence-led policing into the National police of Ukraine / A.V. Movchan, V.Yu. Taranukha // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 142–150.

Abstract. The paper analyzes implementation of the Intelligence-Led Policing into the National Police of Ukraine. The architecture of analytical system is proposed based on the analysis of state-of-the-art in the National Police of Ukraine. The mathematical apparatus is considered for the future components of the analytical system. Successful implementation and application of new methods of criminal analysis will allow expanding it to the entire system of the National Police of Ukraine in the future and to actively use analytical methods and technologies that provide efficient investigation of criminal offenses.

Keywords: information and analytical work, criminal analysis, intelligence-led policing, automation systems, computational linguistics, conditional random fields, deep learning.

УДК 004.75

Автоматизация преобразования раскрашенных сетей Петри с качественными фишками в раскрашенные сети Петри с количественными фишками / Д.К. Гломозда, Н.Н. Глибовец, А.Н. Максимец // Кібернетика і системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 151–163.

Лл.: 5. Табл. 1. Бібліогр.: 22 назв.

Аннотация. Описан алгоритм преобразования цветной сети Петри с качественными фишками в раскрашенную сеть Петри с количественными фишками с сохранением ограниченности, взаимоисключаемости и живучести. Такое преобразование позволяет применить к раскрашенной сети Петри метод инвариантов, использующий алгоритм поиска усеченного множества решений уравнения состояния сети Петри, которое записывается в виде систем линейных однородных диофантовых уравнений. Работоспособность алгоритма продемонстрирована на примере цветной сети Петри, моделирующей работу грид-системы. Эквивалентность сетевых моделей проверена путем построения и анализа эквивалентных им конечных автоматов.

Ключевые слова: раскрашенные сети Петри, диофантовые уравнения, конечные автоматы, грид-структура.

Автоматизація перетворення кольорових мереж петрі з якісними фішками на кольорові мережі петрі з кількісними фішками / Д.К. Гломозда, М.М. Глибовець, О.М. Максимец // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 151–163.

Анотація. Описано алгоритм перетворення кольорової мережі Петрі із якісними фішками на кольорову мережу Петрі із кількісними фішками зі збереженням обмеженості, взаємовиключності та живучості. Таке перетворення робить можливим застосування до кольорової мережі Петрі методу інваріантів, що використовує алгоритм пошуку зрізаної множини розв'язків рівняння стану мережі Петрі, яке записується у вигляді систем лінійних однорідних діофантових рівнянь. Працездатність алгоритму продемонстровано на прикладі кольорової мережі Петрі, яка моделює роботу ґрид-системи. Еквівалентність мережних моделей перевірено шляхом побудови та аналізу еквівалентних їм скінченних автоматів.

Ключові слова: кольорові мережі Петрі, діофантові рівняння, скінченні автомати, ґрид-структура.

Automating the transformation of colored petri nets with qualitative tokens into colored petri nets with quantitative tokens / D.K. Hlomoza, M.M. Glybovets, O.M. Maksymets // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 151–163.

Abstract. The authors describe an algorithm for transformation of colored Petri nets with qualitative tokens into colored Petri net with quantitative tokens preserving boundedness, mutual exclusion, and liveness properties. This transformation allows an invariance method to be applied to colored Petri nets, which uses Truncated Set of Solutions finding algorithm for Petri net state equations expressed through systems of linear homogenous Diophantine equations. To show the algorithm's efficiency, it is applied to the colored Petri net modeling the operation of a grid system. Equivalence of net models is tested by constructing and analyzing equal finite-state automata.

Keywords: colored Petri nets, Diophantine equations, finite-state machines, grid structure.

УДК 004.9

Автоматическое определение уровня гауссового шума на цифровых изображениях методом высокочастотной фильтрации для выделенных областей / С.В. Баловсяк, Х.С. Одайская // Кибарнетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 164–172.

Л.: 6. Табл. 1. Бібліогр.: 12 назв.

Аннотация. Разработана математическая модель, алгоритм и программное обеспечение для автоматического определения уровня гауссового шума на цифровых изображениях методом высокочастотной фильтрации. Уровень шума вычислен для областей интереса изображения, выделенных с помощью низкочастотной фильтрации. Получены оптимальные параметры низкочастотного и высокочастотного фильтров. Показано, что при обработке серии тестовых изображений предложенный метод обеспечивает меньшую погрешность определения уровня шума, чем другие методы-аналоги.

Ключевые слова: цифровая обработка изображений, определение уровня шума, аддитивный белый гауссовый шум, свертка, высокочастотная фильтрация, область интереса.

Автоматичне визначення рівня гаусового шуму на цифрових зображеннях методом високочастотної фільтрації для виокремлених областей / С.В. Баловсяк, Х.С. Одайська // Кибарнетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 164–172.

Анотація. Розроблено математичну модель, алгоритм і програмне забезпечення для автоматичного визначення рівня гаусового шуму на цифрових зображеннях методом високочастотної фільтрації. Рівень шуму обчислено для областей інтересу зображення, виокремлених за допомогою низькочастотної фільтрації. Отримано оптимальні параметри низькочастотного та високочастотного фільтрів. Показано, що при обробленні серії тестових зображень запропонований метод забезпечує меншу похибку визначення рівня шуму, ніж інші методи-аналоги.

Ключові слова: цифрове оброблення зображень, визначення рівня шуму, адитивний білий гаусовий шум, зортка, високочастотна фільтрація, область інтересу.

Automatic determination of Gaussian noise level on digital images by the method of high-pass filtration for the selected regions / S.V. Balovskyak, Kh.S. Odaiska // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 164–172.

Abstract. A mathematical model, algorithm, and software are developed for automatic determination of Gaussian noise level on digital images by the method of high-pass filtration. The noise level is calculated for the regions of interest of image, selected by low-pass filtration. The optimal parameters of low-pass and high-pass filters are obtained. Processing a series of test images showed that the proposed method provides the less error of noise level determination than other analogues methods do.

Keywords: digital image processing, determination of noise level, additive white Gaussian noise, convolution, high-pass filtration, region of interest.

**НОВІ ЗАСОБИ КІБЕРНЕТИКИ,
ІНФОРМАТИКИ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

**NEW TOOLS IN CYBERNETICS,
COMPUTER SCIENCE, AND SYSTEM
ANALYSIS**

УДК 004.9

Математические дифференциальные модели и методы оценки кибербезопасности интеллектуальных компьютерных сетей управления технологическими процессами электроснабжения железных дорог / А.И. Стасюк, Р.В. Гришук, Л.Л. Гончарова // Кибарнетика и системный анализ. 2018. Том 54, № 4. С. 173–181.

Л.: 1. Табл. 0. Бібліогр.: 9 назв.

Аннотация. Проведен анализ проблемы кибербезопасности компьютерных сетей управления электроснабжением на уровне железной дороги и предложен граф топологии компьютерной сети управления электропотреблением. На основе теории дифференциальных преобразований Пухова предложен ряд дифференциальных математических моделей оценки уровня кибербезопасности компьютерной сети управления электроснабжением. В области дифференциальных изображений предложен критерий кибербезопасности и разработан принцип минимакса для наилучшего сочетания интенсивности кибератак и потока защитных действий. Разработан метод интеллектуального поиска оптимальной стратегии кибербезопасности путем исследования на экстремум функционала при стохастической интенсивности потоков кибернетических атак.

Ключевые слова: кибербезопасность, киберпространство, киберугроза, дифференциальные математические модели, дифференциальные преобразования, интеллектуальные методы, защита информации.

Математичні диференційні моделі і методи оцінки кібербезпеки інтелектуальних комп'ютерних мереж керування технологічними процесами електропостачання залізниць / О.І. Стасюк, Р.В. Гришук, Л.Л. Гончарова // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 173–181.

Анотація. Проведено аналіз проблеми кібербезпеки комп'ютерних мереж керування електропостачанням на рівні залізниці і запропоновано граф топології комп'ютерної мережі керування електропостачанням. На основі теорії диференціальних перетворень Пухова запропоновано ряд диференціальних математичних моделей оцінки рівня кібербезпеки комп'ютерної мережі керування електропостачанням. Для диференціальних зображень запропоновано критерій кібербезпеки і розроблено принцип мінімаксу для найгіршого варіанту поєднання інтенсивності кібератак і потоку захисних дій. Розроблено метод інтелектуального пошуку оптимальної стратегії кібербезпеки шляхом дослідження функціоналу на екстремум для стохастичної інтенсивності потоків кібернетичних атак.

Ключові слова: кібербезпека, кіберпростір, кіберзагрози, диференціальні математичні моделі, диференціальні перетворення, інтелектуальні методи, захист інформації.

Differential mathematical models and methods for assessing the cybersecurity of intelligent computer networks of control of technological processes of railway power supply / O.I. Stasiuk, R.V. Grishchuk, L.L. Goncharova // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 173–181

Abstract. The authors analyze the problem of cybersecurity of computer networks of railway power supply and propose the graph of topology of the computer network of energy consumption control. Based on the theory of Pukhov's differential transformations, a number of differential mathematical models are proposed to assess the cybersecurity of computer networks of power control. In the field of differential images, a cybersecurity criterion is proposed and the minimax principle is developed for the worst combination of the intensity of cyber attacks and the flow of protective actions. The method of predictive search for the optimal cyber security strategy by the extremum analysis of the functional under stochastic flow intensity of cyber attacks is developed.

Keywords: cybersecurity, cyberspace, cyber threat, differential mathematical model, differential conversion, intelligent technique.

УДК 519.615

Исследование условий ортогональности вейвлетов, основанных на полиномах Якоби / В.Ю. Семенов, Ю. Престин // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 182–190.

Лл.: 6. Табл. 1. Бібліогр.: 4 назв.

Аннотация. Исследованы свойства вейвлетов, основанных на полиномах Якоби. Рассмотрены условия, при которых эти вейвлеты являются взаимно-ортогональными, а также условия, при которых базис вейвлетов характеризуется минимальным отношением Ритца. Эти задачи приводят к решению систем нелинейных уравнений с помощью метода, ранее предложенного авторами.

Ключевые слова: вейвлеты, полиномы Якоби, условия ортогональности, поиск корней.

Дослідження умов ортогональності вейвлетів, що базуються на поліномах Якобі / В.Ю. Семенов, Ю. Престін // Кібернетика та системний аналіз. 2018. Том 54, № 4. С. 182–190.

Анотація. Досліджено властивості вейвлетів, що базуються на поліномах Якобі. Розглянуто умови, за яких ці вейвлети є взаємно-ортогональними, а також умови, за яких базис вейвлетів характеризується мінімальним відношенням Рітца. Дослідити такі задачі можливо, розв'язуючи системи нелінійних рівнянь із застосуванням методу, раніше розробленого авторами.

Ключові слова: вейвлети, поліноми Якобі, умови ортогональності, пошук коренів.

Investigating the wavelet orthogonality conditions based on jacobi polynomials / V. Semenov, J. Prestin // Kibernetika i sistemnyj analiz. 2018. Vol. 54, N 4. P. 182–190.

Abstract. The authors analyze the properties of wavelets based on Jacobi polynomials. In particular, orthogonality conditions for these wavelets are considered, as well as minimization of the Riesz ratio. These problems lead to the solution of systems of nonlinear equations by the method proposed earlier by the authors.

Keywords: wavelets, Jacobi polynomials, orthogonality conditions, rootfinding.