

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 51.681.3

Стиснення даних з використанням реверсних мультироздільникових кодів / А.В. Анісімов, О.І. Завадський, Т.С. Чудаков // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 3–18.

Анотація. У статті досліджено бінарні реверсні мультироздільникові (RMD) стискальні коди. RMD-коди мають низку корисних властивостей, як-от: однозначна декодовність, повнота, універсальність, синхронізованість, розпізнавання за допомогою скінченного автомата, а також можливість швидкого пошуку даних у закодованому файлі. Побудовано просте монотонне відображення з множини цілих невід'ємних чисел на множину кодових слів, а на його основі — швидкий побайтовий декодувальний алгоритм. Комп'ютерні експерименти демонструють, що RMD-код можна декодувати майже з тією самою швидкістю, що й код SCDC й у разі швидше, ніж код Фібоначчі. Якщо порівняти з відомими кодами подібного типу, RMD-коди демонструють кращий коефіцієнт стиснення природномовних текстів (більш ніж у 4 рази ближче до ентропійної межі, ніж SCDC). Також описано технологію передоброблення природномовних текстів, яка в поєднанні з кодуванням RMD-кодами підвищує ефективність потужних сучасних архіваторів.

Ключові слова: стиснення, архіватор, код, мультироздільниковий.

Natural-language text compression using reverse multi-delimiter codes / A.V. Anisimov, I.O. Zavadskyi, T.S. Chudakov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 3–18.

Abstract. We study a class of binary reverse multi-delimiter (RMD) data compression codes in application to natural language text compression. The RMD-codewords start with delimiters, i.e., prefixes of the form 01^m0 that cannot occur in other places of the codeword. The position of the delimiter in an RMD codeword differs from its position in “direct” multi-delimiter (MD) codes, where delimiters are codeword suffixes. RMD and MD codes possess many useful properties, such as unique decodability, completeness, universality, synchronizability, asymptotic densities, and finite automaton acceptability. For RMD-codes, we construct a monotonic mapping from the set of natural numbers to the set of codewords. For original MD-codes, hitherto, this was an open question. The discovered mapping and the byte quantification of a decoding automaton allow us to develop very fast byte-aligned algorithms for decoding and direct Boyer–Moore style search in compressed files. Compared with the known byte (SCDC) and Fibonacci codes, RMD codes demonstrate the best compression ratio on natural language texts (more than four times closer to the entropy bound than that of SCDC). Computer experiments demonstrate that RMD codes can be decoded almost as fast as SCDC and times faster than Fibonacci codes. In natural language text compression, we also practiced the RMD-encoding as a preprocessing tool, which improves the performance of the known modern powerful archivers.

Keywords: compression, archiver, code, multi-delimiter.

УДК 007+004.8

Особливості створення штучного інтелекту засобами інформатики та кібернетики / В.П. Боюн // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 19–31.

Анотація. Визначено особливості й уточнено сфери застосування наукових методів інформатики та кібернетики на основі визначеного В.М. Глушковым поняття інформації, а також зазначено, що поняття «штучний інтелект» належить цим науковим галузям. Доведено неможливість використання традиційних теоретичних і практичних основ дискретизації, квантування й кодування сигналів у системах реального часу та наголошено на потребі у розробленні нових теоретичних основ на базі міри змін для кібернетичних систем. Запропоновано слідкувальну модель аналого-інкрементного перетворення неперервних сигналів з приростами, кратними степеневі 2, та методи їхнього узгодження із засобами оброблення інформації. Наголошено на доцільності використання динамічної теорії інформації на основі δ -ентропії для виділення корисної (динамічної) інформації із сигналів, зображень, відео, ітераційних процесів і взагалі з даних про зміни в еволюційних процесах. Запропоновано підходи до синтезу нових технічних рішень на основі методу приростів знань. Визначено особливості створення штучного інтелекту методами інформатики і кібернетики та необхідність їхньої синергії з іншими галузями наук.

Ключові слова: інформатика, кібернетика, інформація, штучний інтелект, обчислювальна техніка, статична інформація, динамічна інформація, міра змін, δ -ентропія, інформативність, прирости знань, евристики.

Features of creation of artificial intelligence using informatics and cybernetics / V.P. Boyun // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 19–31.

Abstract. Peculiarities are determined, and scopes of application of the methods of informatics and cybernetics are specified based on V.M. Glushkov's definition of the concept of information. The concept of artificial intelligence is noted to belong to these branches of science. The impossibility of using the traditional theoretical and practical foundations of discretization, quantization, and signal transmission in real-time systems and the need to develop new theoretical foundations based on the measure of changes for cybernetic systems have been proved. A tracking model of analog-incremental transformation of continuous signals with increments, multiple of the degree of 2, and methods of their coordination with the information processing means are proposed. The basis of the dynamic theory of information based on δ -entropy is proposed for excreting useful (dynamic) information from signals, images, videos, iterative processes and, in general, from the data on

changes in evolutionary processes. Approaches to the synthesis of new technical solutions based on the method of knowledge increments are proposed. The peculiarities of creating artificial intelligence by the methods of informatics and cybernetics and the need for their synergy with other fields of science are determined.

Keywords: computer science, cybernetics, information, artificial intelligence, computational technique, statistic information, dynamic information, measure of change, δ -entropy, information, knowledge gain, heuristics.

УДК 51.681.3

Аналіз природномовних знань в умовах невизначеності на основі дескриптивних логік / С.Л. Кривий, Г.І. Гогерчак // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 32–47.

Анотація. Представлено огляд засобів опису та формального аналізу знань, добутих з природномовного тексту з можливими невизначеностями. Розглянуто сім'ю класичних атрибутивних мов і логік, які на них ґрунтуються, властивості цих логік, проблеми і способи їхнього розв'язання. Представлено огляд пропозиційних n -значних логік і нечітких логік, їхнього синтаксису і семантики. На основі розглянутих конструкцій цих логік запропоновано синтаксис і теоретикомножинну інтерпретацію дескриптивної n -значної логіки $ALCO_n$, яка описує властивості концептів за допомогою операцій перетину, об'єднання, доповнення та обмежених кванторів. Розглянуто засоби розв'язання ключових проблем для таких логік: виконаності, розширення, еквівалентності та диз'юнктивності. Як алгоритм для обчислення ступеня виконаності запропоновано застосувати розширений алгоритм семантичного таблицю, який використовують у логіці предикатів першого порядку для розв'язання простих числових обмежень. Доведено, що запропонований алгоритм є термінальним, повним і несуперечним. Наведено приклади застосування для формального представлення й оброблення природномовного тексту, які містять деякі результати моделей машинного навчання, комбінування знань з багатьох джерел і формальний опис сумнівних фактів.

Ключові слова: база знань, дескриптивні логіки, нечіткі логіки, n -значні логіки, оброблення природномовних текстів, добування знань

Analyzing natural-language knowledge under uncertainty on the basis of description logic / S. Kryvyi, H. Hoherchak // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 32–47.

Abstract. The article overviews the means for describing and formally analyzing natural-language text knowledge under uncertainty. We consider a family of classic attribute languages and logics based on them, their properties, problems, and solution tools. We also give an overview of propositional n -valued logics and fuzzy logics, their syntax, and semantics. Based on the considered logical constructions, we propose syntax and set-theoretic interpretation of n -valued description logic $ALCO_n$ that provides means for describing concept intersection, union, complement, value restrictions, and qualitative and quantitative constraints. We consider the means for solving key problems of reasoning over such logics: executability, augmentation, equivalence, and disjunctivity. As an algorithm for calculating executability degree, we consider an extension of the tableau algorithm often used for first-order logic with solving simple numerical constraints. We prove that the algorithm is finite, complete, and non-contradictory. We also provide several applications for the provided formal representation in natural language processing, including extending results of machine learning models, combining knowledge from multiple sources, and formally describing uncertain facts.

Keywords: knowledge bases, description logics, fuzzy logics, n -valued logics, natural language processing, knowledge extraction.

УДК 004.942, 519.177, 519.233.3

Про один клас випадкових матриць / О.Л. Кириченко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 48–54.

Анотація. Розглянуто методи оцінювання розподілу елементів стохастичної матриці з припущенням про експоненціальний розподіл елементів відповідної матриці суміжності графу. Описано два випадки, в першому з яких зроблено припущення про однорідність усіх вершин графу, а в другому — про неоднорідність розподілу вершин з відповідним обчисленням щільностей елементів. Для відповідних розподілів сформульовано тести перевірки гіпотези про належність двох вершин графу тому самому кластеру.

Ключові слова: випадкова матриця, штучний інтелект, дискретний ланцюг Маркова, bootstrap-метод, інформація за Фішером.

A class of random matrices / O.L. Kyrychenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 48–54.

Abstract. The paper examines methods for assessing the distribution of elements in a stochastic matrix assuming an exponential distribution of elements in the corresponding adjacency matrix of a graph. Two cases are considered: the first assumes homogeneity of all graph vertices, while the second assumes heterogeneity in the distribution of vertices with corresponding density calculations. Hypothesis testing tests are formulated for the respective distributions to determine the membership of two graph vertices in the same cluster.

Keywords: random matrix, artificial intelligence, discrete Markov chain, bootstrap method, Fisher information.

УДК 004.94.2

Удосконалена модель паралельного алгоритму сортування з формуванням рангів / Т.Б. Мартинюк, Б.І. Круківський // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 55–60.

Анотація. Удосконалено модель паралельного сортування масиву чисел з ранжуванням на базі одночасного застосування швидкісних операцій декременту/інкременту відповідно до масиву чисел і масиву їхніх рангів. Прискорення запропонованого алгоритму досягається завдяки фіксуванню результату обнуління (n-1) елементів масиву чисел замість повного його обнуління. Наведено опис алгоритму паралельного сортування з формуванням рангів у компактній формі з використанням базису системи алгоритмічних алгебр (САА) Глушкова.

Ключові слова: система алгоритмічних алгебр, паралельне сортування, маска, ранг, декремент/інкремент.

Advanced model of parallel sorting algorithm with rank formation / T.B. Martyniuk, B.I. Kruivskiy // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 55–60.

Abstract. The model of parallel sorting of a number array with ranking based on the simultaneous application of high-speed decrement/increment operations according to the array of numbers and the array of their ranks is improved. Acceleration of the proposed algorithm is achieved by fixing the result of zeroing (n-1) elements of the number array instead of its complete zeroing. The description of the algorithm of parallel sorting with the formation of ranks in a compact form using the basis Glushkov's system of algorithmic algebras (SAA) is given.

Keywords: system of algorithmic algebras, parallel sorting, mask, rank, decrement/increment.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.21

Визначення кусково-лінійного тренду нестационарного часового ряду на основі інтелектуального аналізу даних. I. Опис та обґрунтування методу / П.С. Кнопов, А.С. Корхін // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 61–72.

Анотація. Запропоновано розглядати тренд нестационарного часового ряду як лінійну регресію з невідомими точками перемикавання. Описано та обґрунтовано метод оцінювання точок перемикавання, що базується на інтелектуальному аналізі даних з використанням статистичних критеріїв.

Ключові слова: лінійна регресія, алгоритм, часовий ряд, тренд, методи, математичне програмування.

Determining a piecewise linear trend of a nonstationary time series based on intelligent data analysis. I. Description and justification of the method / P.S. Knopov, A.S. Korkhin // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 61–72.

Abstract. The problem of identifying the trend of a non-stationary time series is often encountered in various applications. In the article, this trend is proposed to be represented as a linear regression with unknown switching points. Typically, such a regression is built using mathematical programming methods. Moreover, the desired variables are mixed variables, which significantly complicates the problem's solution. The article proposes a different approach based on data mining using statistical criteria. The algorithms described in the article are used to solve a number of problems, including one practical problem. The calculations showed satisfactory accuracy.

Keywords: linear regression, algorithm, time series, trend, methods, mathematical programming.

УДК 517.9: 519.6

Деякі крайові задачі дробово-диференційної фільтраційної динаміки щодо біпараболічної математичної моделі / В.М. Булавацький // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 73–86.

Анотація. Одержано замкнені розв'язки деяких одновимірних крайових задач моделювання аномальної фільтраційної динаміки в шаруватому геопористому середовищі в межах дробово-диференційного узагальнення біпараболічного еволюційного рівняння з частинними похідними 4-го порядку. Зокрема, наведено постановки та розв'язання прямої і оберненої модельних крайових задач геофільтраційної динаміки на основі математичної моделі з умовами спряження та визначено умови існування регулярних розв'язків цих задач.

Ключові слова: математичне моделювання, дробово-диференційна динаміка геофільтраційних процесів, неklasичні моделі, біпараболічне еволюційне рівняння, дробово-диференційний аналог біпараболічного еволюційного рівняння, нестационарні крайові задачі на скінченному проміжку, пряма та обернена задачі, умови спряження, замкнені розв'язки.

Some boundary-value problems of fractional differential filtration dynamics with regard to biparabolic mathematical model / V.M. Bulavatsky // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 73–86.

Abstract. Closed-form solutions are obtained to some one-dimensional boundary-value problems for modeling anomalous filtration dynamics in a layered geoporous medium, posed within the framework of the fractional-differential generalization of the biparabolic evolutionary partial differential equation of the fourth order. In particular, the formulation and solution of the direct and inverse model boundary-value problems of

geofiltration dynamics based on the mathematical model with conjugation conditions are presented, and the conditions of the existence of regular solutions to these problems are defined.

Keywords: mathematical modeling, fractional-differential dynamics of geofiltration processes, nonclassical models, bipolarabolic evolutionary equation, fractional-differential analog of the bipolarabolic evolutionary equation, nonstationary boundary-value problems on a finite interval, direct and inverse problems, conjugation conditions, closed-form solutions.

УДК 519.168; 519.854.3

Методологія математичного моделювання перспективного розвитку вузлів і транспортних маршрутів у багатопродуктовій ієрархічній мережі. І. задачі оптимізації / В.О. Васянін, О.М. Трофимчук, Л.П. Ушакова // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 87–101.

Анотація. Запропоновано методологію математичного моделювання поетапного розвитку вузлів і транспортних маршрутів в ієрархічній мережі з багатопродуктовими дискретними потоками кореспонденцій. Ця методологія ґрунтується на розв'язанні задач оптимізації структури зазначеної мережі та розподілу потоків. Як правило, такі мережі складаються з децентралізованої магістральної мережі та мереж у внутрішніх зонах обслуговування магістральних вузлів. У багатопродуктовій мережі кожен вузол може обмінюватися кореспонденціями (продуктами, товарами, вантажами, повідомленнями) з іншими вузлами. Кореспонденція характеризується вузлом-джерелом, вузлом-стоком та величиною, яку для мереж передачі даних задано кількістю байт, кілобайт тощо, а для транспортних мереж — кількістю тарно-штучних вантажів в упаковці уніфікованого розміру. У магістральній мережі всі кореспонденції передаються каналами зв'язку або транспортуються транспортними засобами у транспортних блоках заданого розміру (ємності, обсягу). Розглянуто основні постулати побудови математичної моделі перспективного розвитку магістральної мережі та наведено методику математичного моделювання поетапного розвитку вузлів і транспортних маршрутів, яка для кожного етапу розвитку включає прогнозування даних і параметрів мережі, розв'язання задачі пакування кореспонденцій і вибір структури мережі, розв'язання задачі розподілу та маршрутизації потоків транспортних блоків.

Ключові слова: багатопродуктові ієрархічні мережі, дискретні потоки, задачі комбінаторної оптимізації, математичні моделі, комп'ютерне моделювання

Methodology of the mathematical modeling for perspective development of nodes and transport routes in a multicommodity hierarchical network. I. Optimization problems / V.A. Vasyanin, O.M. Trofymchuk, L.P. Ushakova // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 87–101.

Abstract. The paper proposes a methodology for mathematical modeling of the step-by-step development of nodes and transport routes in a hierarchical network with multicommodity discrete flows of correspondence based on solving the problems of optimizing its structure and distribution of flows. As a rule, such networks consist of a decentralized trunk network and networks in the internal service areas of trunk nodes. In a multicommodity network, each node can exchange correspondence (products, goods, cargo, messages) with other nodes. Correspondence is characterized by a source node, a sink node, and a quantity, which for data transmission networks is given by the number of bytes, kilobytes, etc., and for transport networks by the number of cargo units in a package of uniform size. In the trunk network, all correspondence is transmitted via communication channels or transported in vehicles in transport blocks of a given size (capacity, volume). The authors considered the main postulates of generating a mathematical model of the perspective development of the trunk network and gave a method of mathematical modeling of the step-by-step development of nodes and transport routes, which includes, for each stage of development, the forecasting of data and network parameters, solving the problem of packing correspondence and choosing the structure of the network, solving the problem of distribution and routing of flows of transport blocks.

Keywords: multicommodity hierarchical networks, discrete flows, combinatorial optimization problems, mathematical models, computer simulation.

УДК 519.21

Деякі моделі оптимізації рівня запасів у логістичних процесах / О.А. Война // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 102–117.

Анотація. Розглянуто задачі оптимального керування запасами в умовах невизначеності та запропоновано підходи до побудови стратегій, близьких до оптимальних, у моделях із зовнішнім постачанням ресурсів. Розглянуто, зокрема, покрокове узагальнення відповідних детермінованих задач введенням до них елементів невизначеності. На прикладах конкретних процесів запасаєння в логістичних системах, що характеризуються наявністю моментів регенерації, проілюстровано методологію аналітико-комп'ютерного моделювання та алгоритми знаходження оптимальних розв'язків.

Ключові слова: логістичні процеси, керування запасами, розв'язки в умовах невизначеності, зовнішнє постачання, оптимальна стратегія, комп'ютерне моделювання.

Some models of inventory level optimization in logistics processes / O.A. Voina // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 102–117.

Abstract. The problems of optimal inventory control under uncertainty are considered. The approaches to the construction of nearly optimal strategies in models with external support of resources are proposed. The

examples of stockpiling processes in logistics systems, which are characterized by the existence of moments of regeneration, illustrate the methodology of analytical computer modeling and algorithms for finding optimal solutions.

Keywords: logistics processes, inventory control, decisions under uncertainty, external supply, optimal strategy, computer modeling.

УДК 519.7

Оптимізація управління світовою ФЕС та корегування її динаміки з урахуванням фінансових потоків децентралізованих валют / В.В. Хиленко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 118–124.

Анотація. Запропоновано корегування та досліджено мінливість математичних моделей динаміки світової фінансово-економічної системи (ФЕС), спричиненої фінансовими потоками руху капіталу децентралізованих валют. Такі моделі побудовано за матрицею перехресного транскордонного переміщення капіталу. Їх використовують для визначення керувальних впливів регуляторів, направлених на оптимізацію управління світовою ФЕС для захисту від криз. Досліджено математичні задачі, пов'язані з особливостями та корекцією моделей. Наведено розрахунки зміни власних значень модельних матриць за умов переміщення, руху капіталу децентралізованих валют.

Ключові слова: математичне моделювання, світова (глобальна) фінансово-економічна система, оптимізація управління, матриця транскордонного переміщення капіталу, чисельні методи, децентралізовані валюти.

Optimizing the management of the world FES and adjusting its dynamics, taking into account the financial flows of decentralized currencies / V. Khilenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 118–124.

Abstract. The author proposes an adjustment and analyzes the variability of the mathematical models of the dynamics of the world financial and economic system (FES) caused by financial flows of capital movements of decentralized currencies. These models are generated based on the matrix of cross-border movement of capital and are used to calculate the governing influences of regulators, aimed at optimizing the management of the world FES for anti-crisis protection. Computational problems related to the mathematical features and correction of models are analyzed. Calculations of changes in the eigenvalues of the model matrices during capital flows of decentralized currencies are given.

Keywords: mathematical modeling, world (global) financial and economic system, management optimization, cross-border capital movement matrix, numerical methods, decentralized currencies.

УДК 519.6

Задача моделювання руху гетерогенних потоків людей як задача геометричного проєктування / В.М. Комяк, В.В. Комяк, К.Т. Кязімов // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 125–133.

Анотація. Показано, що однією з актуальних прикладних задач класу геометричного проєктування є задача моделювання руху гетерогенних потоків людей. Запропоновано математичну модель, методи та алгоритми моделювання руху гетерогенних потоків людей, що ґрунтуються на застосуванні методів локальної оптимізації переміщення геометричних об'єктів з урахуванням зміни їхньої просторової форми та метричних характеристик. Ці алгоритми базуються на аналітичному описі умов неперетину об'єктів з урахуванням їхніх неперервних трансляцій та обертань.

Ключові слова: конфігураційний простір, узагальнені змінні, розміщення, моделювання руху потоків людей, математична модель.

Modeling the movement of heterogeneous flows of people as a geometric design problem / V.M. Komyak, V.V. Komyak, K.T. Kyazimov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 125–133.

Abstract. The problem of modeling the movement of heterogeneous flows of people is shown to be one of the topical applied problems of the class of geometric design. The paper proposes a mathematical model, methods, and algorithms for modeling the movement of heterogeneous flows of people based on local optimization methods for the movement of geometric objects, taking into account changes in their spatial shape and metric characteristics. These algorithms are based on an analytical description of the conditions for non-intersection of objects, taking into account their continuous translations and rotations.

Keywords: configuration space, generalized variables, placement, modeling of the movement of human flows, mathematical model.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE SYSTEMS

УДК 004.89

Основи методу комплексного використання нейромережевої та онтолінгвістичної парадигм / О.В. Палагін, В.В. Каверинський, К.С. Малахов, М.Г. Петренко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 134–149.

Анотація. Описано комплексний підхід, який передбачає використання нейромережевої та онтолінгвістичної парадигм. Розроблений метод включає методологічні засади, інформаційну техно-

логію та систему MedRehabBot, які сукупно реалізують основоположні принципи метанавчання, структурованих підказок та підвищують ефективність взаємодії інформаційної системи з чат-ботами і пошуку інформації на основі онтологій. Метод забезпечує можливість адаптування системи MedRehabBot до використання в різних LLM-системах.

Ключові слова: трансдисциплінарні наукові дослідження, онтологія, онтологічний інжиніринг, онтолого-керована інформаційна система, LLM-система, ChatGPT, MedRehabBot, інжиніринг підказок, чат-бот.

Fundamentals of the integrated use of neural network and ontolinguistic paradigms: A comprehensive approach / O. Palagin, V. Kaverinskiy, K. Malakhov, M. Petrenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 134–149.

Abstract. This article presents an integrated approach that combines neural-network and ontolinguistic paradigms. The method encompasses methodological underpinnings, information technology, and the MedRehabBot system. Collectively, they embody the core principles of meta-learning and structured prompts, ultimately enhancing the efficiency of information system interaction with Chatbots and information retrieval rooted in ontologies. The method also offers the flexibility to adapt the MedRehabBot system for utilization within different Large Language Model (LLM) systems.

Keywords: transdisciplinary scientific research, ontology, ontological engineering, ontology-driven information system, LLM-system, ChatGPT, MedRehabBot, prompt engineering, Chatbot.

УДК 682.32+537.8

Програмно-апаратний комплекс для безконтактних досліджень зразків твердих природних вуглеводнів: попередні експерименти / М.А. Примін, О.В. Бурчак, І.В. Недайвода, О.К. Балаласв // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 150–162.

Анотація. Створено надчутливий магнітометричний комплекс на основі низькотемпературних СКВІД для безконтактних досліджень магнітних властивостей твердих вуглеводнів. Розроблено технологію реєстрації, оброблення та аналізу даних магнітометричних вимірювань. Наведено результати експериментальних досліджень магнітних властивостей зразків вугільної речовини.

Ключові слова: СКВІД-сенсор, магнітометрична система, інформаційна технологія, вугільна речовина, природні вуглеводні.

Software and hardware complex for non-contact investigation of samples of solid natural hydrocarbons: Preliminary experiments / M. Primin, O. Burchak, I. Nedayvoda, O. Balalaev // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 150–162.

Abstract. An ultrasensitive magnetometric complex, based on low-temperature SQUIDS, has been created for non-contact studies of the magnetic properties of solid hydrocarbons. A technology for data recording, processing, and analyzing from magnetometric measurements has been developed. The results of experimental studies of the magnetic properties of coal samples are presented.

Keywords: SQUID sensor, magnetometric system, information technology, coal substance, natural hydrocarbons.

УДК 53.088.3+53.088.7

Оптимізація алгоритму пакетної вейвлет-фільтрації сигналів / Ю.К. Тараненко, О.Ю. Олійник // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 163–174.

Анотація. Розроблено алгоритм пакетної вейвлет-фільтрації, який включає переміщення по гілках дерева вейвлет-пакета з обмеженням на кожній гілці коефіцієнтів апроксимації та деталізації до моменту досягнення мінімальної середньоквадратичної похибки за оптимальних параметрів вейвлет-порога та порогової функції. Для обчислення середньоквадратичної похибки фільтрації після кожного циклу оброблення коефіцієнтів вейвлет-декомпозиції виконується реконструкція у фідфільтрований сигнал в часовій області. Отриманий сигнал у наступному циклі підлягає декомпозиції на коефіцієнти апроксимації та деталізації до досягнення середньоквадратичною похибкою мінімуму для всіх можливих значень базового вейвлет-порога та порогової функції. Проведено дослідження 20 найбільш використовуваних сигналів, серед яких сигнали з лінійною та нелінійною частотними модуляціями, а також суми синусоїдальних сигналів різних частот. Для підтвердження ефективності пакетної вейвлет-фільтрації зроблено порівняльний аналіз відомих методів на основі загального порога коефіцієнтів деталізації на всіх рівнях вейвлет-декомпозиції.

Ключові слова: вейвлет-аналіз, пакетна вейвлет-фільтрація, ентропія, порогова функція, трешолдинг.

Optimizing the algorithm of the wavelet packet signal filtering / Yu.K. Taranenko, O.Yu. Oliynyk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 163–174.

Abstract. A wavelet packet filtering algorithm has been developed, which includes cyclic movement along the branches of the wavelet packet tree with a constraint on each branch of the approximation and detail coefficients until the minimum root-mean-square error is attained, with the optimal parameters of the wavelet threshold and threshold function. To calculate the root-mean-square error of filtering, after each cycle of processing the wavelet decomposition coefficients, the signal is reconstructed in the time domain. In the next

cycle, the received signal is decomposed into approximation and detail coefficients until the root-mean-square error reaches a minimum for all possible values of the basic wavelet-threshold and the threshold function. The study was conducted with twenty of the most commonly used signals, including signals with linear and non-linear frequencies. To confirm the efficiency of packet wavelet filtering, a comparative analysis with the known methods based on a common threshold of detail coefficients at all levels of wavelet decomposition is given.

Keywords: wavelet analysis, packet wavelet filtering, entropy, threshold function, thresholding.

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

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

УДК 004.93:004.89

Багаторівнева система розпізнавання обличчя / В.М. Опанасенко, Ш.Х. Фазилов, С.С. Раджабов, Ш.С. Кахаров // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 175–181.

Анотація. Розглянуто проблему біометричної ідентифікації особи на основі покомпонентного розпізнавання обличчя. Показано, що систему розпізнавання обличчя можна уявити як ієрархічно організовану багаторівневу систему, в якій ансамбль локальних класифікаторів формує «м'які» рішення про належність зображень окремих компонентів особи заданим класам, а потім на основі інтеграції цих рішень здійснюється формування остаточного рішення про належність розпізнавання обличчя одному із заданих класів. Сформульовано та розв'язано задачу побудови моделі локальних класифікаторів, а також вибору інтегратора проміжних розв'язків локальних класифікаторів.

Ключові слова: розпізнавання образів, багаторівнева система розпізнавання, ансамбль класифікаторів, правило комбінування класифікаторів, прийняття рішень.

Multilevel face recognition system / V.M. Opanasenko, Sh.Kh. Fazilov, S.S. Radjabov, Sh.S. Kakharov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 175–181.

Abstract. The problem of biometric person identification based on component-based face recognition is considered. It is shown that the face recognition system can be represented as a hierarchically organized multilevel system in which an ensemble of local classifiers forms «soft» decisions about the belonging of images of individual components of the face to given classes. Then, based on the integration of these decisions, the formation of the final decision on whether the recognized face belongs to one of the given classes is realized. The problems of constructing a model of a local classifier, as well as choosing an integrator of intermediate solutions of local classifiers, are formulated and solved.

Keywords: pattern recognition, multilevel recognition system, classifier ensemble, classifier combination rule, decision making.

УДК 519.6, 539.3

Математичне моделювання в статичних тривимірних крайових задачах — кососиметрична задача для шару, послабленого наскрізним отвором і ковзним защемленням торців / Б.Є. Панченко, Ю.Д. Ковальов, Т.О. Калініна, І.М. Сайко, Л.М. Буката // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 1. С. 182–195.

Анотація. Наведено огляд розв'язання просторових статичних крайових задач математичної фізики для шару. Задачу з некруговим циліндричним наскрізним отвором розв'язано методом сингулярних інтегральних рівнянь (СІР). Побудовано нову математичну модель, а саме розроблено та випробувано новий метод, оснований на системі трьох СІР. Унаслідок високоточного чисельного дослідження виявлено, що зі збільшенням товщини шару відносно окружне напруження зростає. У випадку кругового отвору спостерігається зміщення максимуму відносного окружного напруження від торців у глибину шару.

Ключові слова: тривимірні крайові задачі, сингулярні інтегральні рівняння, чисельний експеримент, статичний згин, наскрізний отвір.

Mathematical modeling in static three-dimensional boundary-value problems: A skew-symmetric problem for a layer weakened by a through hole with sliding sealing of its ends / B.E. Panchenko, Yu.D. Kovalev, T.O. Kalinina, I.N. Saiko, L.M. Bukata // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 1. P. 182–195.

Abstract. Spatial static boundary-value problems of mathematical physics for a layer with a non-circular cylindrical through hole have hardly been solved using the method of singular integral equations (SIE) despite the fact that numerous fundamental theoretical issues have been developed. Methods for the calculation of spectral characteristics are also absent. The paper provides an overview of the methods for solving these problems. A new mathematical model has been constructed, and a new method based on a system of three SIEs has been developed and tested numerically. As a result of a high-precision numerical study, it was found that with an increase in the thickness of the layer, an increase in the relative circumferential stress occurs. In the case of a circular hole, a shift of the maximum relative circumferential stress from the ends to the depth of the layer is observed. In the case of an elliptical hole, with a decrease in one of the radii, an increase in the relative circumferential stress is also observed.

Keywords: three-dimensional boundary-value problems, singular integral equations, numerical experiment, static bending, a through hole.