

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 51.681.3

Аналіз природномовних текстів: антимеми, суперечність, онтології / С.Л. Кривий, Н.П. Дарчук, Т.К. Скрипник // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 3–17.

Анотація. Розглянуто проблеми аналізу природномовного тексту. Запропоновано підходи до часткового розв'язання проблем перевірки логічної суперечності/несуперечності фактів, добутих із тексту, пошуку антимем та побудови онтологій за результатами лінгвістичного (семантико-синтаксичного) аналізу тексту. Наведено логічний аналіз тексту на основі числення висловлювань та методів обґрунтування висновків у цьому численні.

Ключові слова: антимеми, онтології, бази знань.

Natural languages analysis: antimems, contradictions, ontologies / S. Kryvyi, N. Darchuk, T. Skrypnyk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 3–17.

Abstract. Problems of the analysis of natural-language texts are considered. In particular, algorithms for the partial solution of problems of logical consistency/inconsistency of facts derived from the text, search for antimems, and construction of ontologies based on the results of linguistic (semantic-syntactic) analysis of the text are proposed. Logical analysis of the text is performed on the basis of propositional calculus and methods of proof in this calculus.

Keywords: antimems, ontologies, knowledge base.

УДК 004.2:004.94

Матричний спосіб визначення формальних розв'язків задачі алгебраїчного синтезу мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів / Р.М. Бабаков, О.О. Баркалов // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 18–26.

Анотація. Запропоновано новий спосіб визначення формальних розв'язків задачі алгебраїчного синтезу мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів. Цей спосіб полягає у представленні множини переходів автомата у вигляді матриці, яка містить інформацію про поточне кодування станів і якій зіставлено об'єднану матрицю операцій, що містить усі можливі варіанти перетворення кодів станів за допомогою заданої множини операцій переходів. Такий підхід дає змогу одночасно зіставити всі операції переходів кожному автоматному переходу, що зменшує кількість перевірок на наявність формального розв'язку задачі алгебраїчного синтезу. Результатом є скорочення часу виконання будь-яких алгоритмів алгебраїчного синтезу мікропрограмного автомата з операційним автоматом переходів, що базуються на переборі варіантів використання операцій для реалізації автоматних переходів.

Ключові слова: мікропрограмний автомат, операційний автомат переходів, граф-схема алгоритму, алгебраїчний синтез, матриця переходів, об'єднана матриця операцій.

A matrix method for detecting formal solutions of the problem of algebraic synthesis of a finite-state machine with a datapath of transitions / R.M. Babakov, A.A. Barkalov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 18–26.

Abstract. For a finite state machine with datapath of transitions, a new method for detecting formal solutions to an algebraic synthesis problem is proposed. It represents the set of finite-state machine transitions in the form of a matrix that contains information about the current state encoding. This matrix is matched with the merged matrix of operations, which contains all possible transformations of state codes using a given set of transition operations. Such an approach allows one to simultaneously compare all transition operations with each finite-state machine transition, which reduces the number of situations that claim to be a formal solution to the problem of algebraic synthesis. The result is a reduction in the execution time of any algorithms of algebraic synthesis of a finite-state machine with a datapath of transitions based on the enumeration of ways of using the operations to implement automatic transitions.

Keywords: finite state machine, datapath of transitions, graph-scheme of algorithm, algebraic synthesis, matrix of transitions, merged matrix of operations.

Анотація. Розв'язано задачу бінарної семантичної сегментації пухлин головного мозку за МРТ-зображеннями. Виконано попиксельне визначення межі аномальної ділянки за наявності шуму в навчальній вибірці та вхідних даних. Показано, що у разі використання 2D-моделей для розв'язання задач 3D-сегментації просторову інформацію між сусідніми зрізами не враховують та не використовують. Запропоновано новий підхід до оптимізації оброблення 3D медичних зображень із застосуванням ансамблевих топологій у три етапи. На першому етапі здійснюють 2D-оброблення зображень ансамблем у трьох площинах для максимізації критерію різноманітності і точного захоплення області інтересу (region of interest, ROI). Другий етап передбачає ансамблеве оброблення 3D-областей ROI, виділених нейронними мережами, з різними 3D-розмірами вхідних блоків для забезпечення різноманітності. На третьому етапі об'єднують виділені аномальні ділянки (злоякісні пухлини) з першого та других етапів шляхом їхнього зваженого сумування та виконання операції порогового оброблення (thresholding) для отримання остаточної бінарної 3D-маски пухлини мозку. Проведено тестування запропонованого підходу на датасеті LGG Brain MRI Segmentation Dataset. Покращено точність сегментації за суттєвими метриками dice score та mIoU завдяки скороченню обсягу використовуваних обчислювально-витратних 3D мереж.

Ключові слова: згорткова нейронна мережа, ансамблева топологія, пухлини головного мозку, МРТ, 3D нейронні мережі.

A three-stage 2D–3D convolutional network ensemble for segmentation of malignant brain tumors on MRI images / V. Sineglazov, K. Riazanovskiy, O. Klanovets // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 27–41.

Abstract. In this paper, the problem of brain tumor binary semantic segmentation from MRI images is solved. The pixel-by-pixel determination of the anomaly region boundary is performed given the presence of noise in the training sample and input data. It is shown that in the case of using 2D models for solving 3D segmentation problems, spatial information between neighboring slices is not considered and not utilized. A new approach for optimizing the processing of 3D medical images using ensemble topologies in three stages is proposed. The first stage involves 2D ensemble processing of images in three dimensions to maximize the diversity criterion and accurately capture the region of interest (ROI). The second stage involves ensemble processing of 3D ROI regions extracted by neural networks with different 3D input block sizes to ensure diversity. In the third stage, the extracted abnormal regions (malignant tumors) from the first and second stages are aggregated by weighted summation and thresholding to obtain the final binary 3D mask of the brain tumor. The proposed approach was tested on the LGG Brain MRI Segmentation Dataset. It is shown that the segmentation accuracy is significantly improved in terms of dice score and mIoU, reducing the use of computationally expensive 3D networks.

Keywords: convolutional neural network, ensemble topology, brain tumor, MRI, 3D neural network.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

Анотація. Досліджено динамічні процеси фільтрації у пористих середовищах. Розглянуто пористі періодичні середовища, утворені великою кількістю «блоків» з низькою проникністю, розділених сполучною системою «розламів» з високою проникністю. Врахування структури таких середовищ для моделювання зумовлює залежність рівнянь фільтрації та їхніх коефіцієнтів від малих параметрів, що характеризують мікрмасштаб пористого середовища та проникність блоків. Розглянуто початково-крайові задачі для нестационарних рівнянь фільтрації у цих пористих середовищах. Наведено осереднені задачі, які визначають наближену асимптотику розв'язків таких задач. Осереднені задачі сформульовано як початково-крайові задачі для інтегро-диференціальних рівнянь зі згортками. Доведено оцінки точності асимптотики та відповідні теореми збіжності. Встановлено твердження про розв'язність і регулярність для таких задач, які є оптимальними та не залежать від параметрів.

Ключові слова: осереднені задачі, параболічні задачі, наближені асимптотики, розв'язність, апіорні оцінки, перетворення Лапласа.

Simulation of filtration processes for inhomogeneous media and homogenization / G.V. Sandrakov, S.I. Lyashko, V.V. Semenov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 42–63.

Abstract. The investigation of the dynamic processes of filtration in porous media are analyzed. Porous periodic media, formed by a large number of “blocks” with low permeability and separated by a connected system of “faults” with high permeability, are considered. Taking into account the structure of such media in modeling leads to the dependence of the filtration equations and their coefficients on a small parameter characterizing the microscale of the porous medium and the permeability of the blocks. Thus, initialboundary-value problems for nonstationary equations of filtration in such porous media are considered. Homogenized problems (whose solutions determine approximate asymptotics for solutions of the original

problems) are presented. The homogenized problems have the form of initial-boundary-value problems for integro-differential equations in convolutions. Estimates for the accuracy of the asymptotics and relevant convergence theorems are discussed. Statements about the solvability and regularity for the problems and the homogenized problems are proved. The statements are optimal and do not depend on the parameters.

Keywords: homogenized problems, parabolic problems, approximate asymptotics, solvability, a priori estimates, Laplace transforms.

УДК 519.2

Альтернативне доведення нерівностей Гауса / Л.С. Стойкова // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 64–71.

Анотація. Дано чітке формулювання двох нерівностей Гауса. Представлено прозоре їхнє доведення, що ґрунтується на відомих фундаментальних результатах. Запропоновано простий спосіб побудови розбиття області параметрів задачі. Знайдено явний вигляд екстремальних функцій розподілу.

Ключові слова: екстремальні значення, лінійні функціонали, класи унімодальних функцій розподілу.

Alternative proof of Gauss's inequalities / L.S. Stoikova // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 64–71.

Abstract. A clear formulation of Gauss's inequalities is given. A transparent proof based on the well-known fundamental results is presented. In this proof, a simple way of constructing a partition of the domain of the problem parameters is proposed. An explicit form of the extremum distribution functions is also formulated.

Keywords: extremum values of linear functionals in classes of unimodal distribution functions.

УДК 338.2:338.3:338.4:330.5

Системний аналіз та моделювання багатогалузевої економіки на основі моделі «витрати–випуск» (приклад економіки Японії) / С.С. Гасанов, А.В. Кулик, В.В. Кулик // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 72–86.

Анотація. Розглянуто застосування схеми «витрати–випуск» економіки Японії для системного аналізу та моделювання багатогалузевої економіки Японії (таблиця «витрати–випуск» у цінах виробників, 37 агрегованих галузей, 2015 р.). Агреговано 107-галузеву таблицю «витрати–випуск» економіки Японії до розмірності 37 укрупнених галузей. На основі цієї моделі проведено системний аналіз та моделювання міжгалузевих зв'язків економіки Японії згідно з традиційно застосовуваними процедурами аналізу та моделювання міжгалузевих зв'язків. Проаналізовано коефіцієнти доданої вартості, імпорту, впливу, відклику. Проведено класифікацію галузей за ознакою витратності (на ключові, з прямим впливом, з оберненим впливом тощо). Визначено галузеву структуру ВВП. Підготовлено висновки щодо можливості використання вказаних методів аналізу та моделювання щодо економіки України та перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: схема «витрати–випуск», економіка Японії, галузева структура економіки, агрегована таблиця «витрати–випуск», види економічної діяльності, агрегування даних, системний аналіз, моделювання міжгалузевих зв'язків.

Systems analysis and modelling of multi-sectoral economy based on the input–output model (example of Japanese economy) / S.S. Gasanov, A.V. Kulyk, V.V. Kulyk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 72–86.

Abstract. The input–output scheme of the Japanese economy is considered as applied to systems analysis and modeling of the diversified economy of Japan (input–output table valued at producers' prices, 37 aggregated industries, year 2015). The 107-industry input–output table of the Japanese economy has been aggregated to the dimension of 37 aggregated industries. This model is used for systems analysis and modeling of inter-sectoral relations of the Japanese economy in accordance with the traditionally used procedures for analyzing and modeling inter-sectoral relations. The coefficients of added value, import, impact, and recall are analyzed. The industries are classified (key ones, with direct impact, with inverse influence, etc.). The sectoral structure of GDP is defined. Conclusions on the possibility of using these methods of analysis and modeling regarding the economy of Ukraine and the prospects for further research have been prepared.

Keywords: input–output scheme, Japanese economy, sectoral structure of the economy, aggregated input–output table, types of economic activity, data aggregation, system analysis, modelling of inter-sectoral relations.

УДК 517.977

Модифікований метод розв'язувальних функцій в ігрових задачах зближення керованих об'єктів з різною інерційністю / А.О. Чикрій, Й.С. Раппопорт // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 87–103.

Анотація. Розглянуто проблему зближення керованих об'єктів з різною інерційністю в ігрових задачах динаміки. Сформульовано модифіковані достатні умови закінчення гри за кінцевий гарантований час у разі, коли умова Понтрягіна не виконується. Замість селектора Понтрягіна розглядаються деякі функції зсуву, а з їхньою допомогою вводяться спеціальні багатозначні відображення. Вони породжують верхню і нижню розв'язувальні функції спеціального типу і на їхній основі запропоновано два типи модифікованих схем: першого методу Понтрягіна та методу розв'язувальних функцій. Це забезпечує завершення конфліктно-керованого процесу для об'єктів з різною інерційністю в класі квазістратегій і контркерувань. Нові теоретичні результати проілюстровано на модельному прикладі.

Ключові слова: керовані об'єкти з різною інерційністю, квазілінійна диференціальна гра, багатозначне відображення, вимірний селектор, стробоскопічна стратегія, розв'язувальна функція.

Resolving functions modified method for game problems of approach of controlled objects with different inertia / A.A. Chikrii, I.S. Rappoport // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 87–103.

Abstract. The problem of approach of controlled objects with different inertia in dynamic game problems is considered. Modified sufficient conditions for ending the game in the finite guaranteed time in the case where the Pontryagin condition is not satisfied are formulated. Some shift functions are considered instead of the Pontryagin selector, and special multivalued mappings are introduced with their help. They generate the upper and lower resolving functions of a special type and, based on them, two types of modified schemes of the first Pontryagin method and the method of resolving functions are proposed, which ensure the completion of the conflict-controlled process for objects with different inertia in the class of quasi-strategies and counter-controls. New theoretical results are illustrated by a model example.

Keywords: controlled objects with different inertia, quasilinear differential game, multi-valued mapping, measurable selector, stroboscopic strategy, resolving function.

УДК 519.63

Ідентифікація граничного режиму в одній тепловій задачі на основі однофазної моделі Стефана / Х.М. Гамзасв // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 104–111.

Анотація. Розглянуто процес плавлення одномірного льодового блоку шляхом нагрівання його з лівої межі. Для математичного опису процесу плавлення запропоновано одновимірну однофазну модель Стефана, яка описує зміну температури в утворюваній талій зоні з рухомою межею. В межах цієї моделі поставлено задачу ідентифікації режиму нагріву на лівій межі блоку, який забезпечує переміщення рухомої межі талої зони за заданим законом. Поставлена обернена задача для однофазної моделі Стефана належить класу граничних обернених задач. Методом спрямлення фронтів область задачі з рухомою межею перетворено на область з фіксованими межами. Побудовано дискретний аналог оберненої задачі з використанням методу кінцевих різниць і запропоновано спеціальне представлення для чисельного розв'язання одержаної різницевої задачі. В результаті різницева задача для кожного дискретного значення часової змінної ділиться на дві незалежні різницеві задачі другого порядку, для розв'язання яких застосовано абсолютно стійкий метод Томаса та лінійне рівняння відносно наближеного значення температури нагріву на лівій межі блоку. На основі запропонованого обчислювального алгоритму проведено числові експерименти.

Ключові слова: теплоперенесення з фазовим перетворенням, процес плавлення льоду, рухома межа поділу фаз, метод спрямлення фронтів, гранична обернена задача, різницевий метод.

Identification of the boundary mode in one thermal problem based on the single-phase Stefan model / Kh.M. Gamzaev // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 104–111.

Abstract. The process of melting a one-dimensional block of ice by heating it from the left border is considered. A one-dimensional Stefan model is proposed for the mathematical description of the melting process. It describes the temperature change in the resulting melt zone with a movable boundary. Within the framework of this model, the task is to identify the heating mode on the border of the block, which ensures the movement of the movable boundary of the melt zone according to a predetermined law. The posed inverse problem for the single-phase Stefan model belongs to the class of inverse boundary-value problems. With the use of the method of front straightening, the problem area with a movable boundary is transformed into a domain with fixed boundaries. A discrete analog of the inverse problem is constructed using the finite-difference method, and a special representation is proposed for the numerical solution of the resultant difference problem. As a result, the difference problem for each discrete value of the time variable splits into two independent second-order difference problems, for which the absolutely stable Thomas method is used, and a linear equation with respect to the approximate value of the heating temperature at the left boundary of the block. Numerical experiments were carried out on the basis of the proposed computational algorithm.

Keywords: heat transfer with phase transformation, ice melting process, movable phase interface, front rectification method, boundary inverse problem, difference method.

УДК 519.8

Точні значення наближень диференційовних функцій інтегралами типу Пуассона / Ю.І. Харкевич // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 112–121.

Анотація. Досліджено асимптотичні властивості інтегралів типу Пуассона на класах диференційовних функцій з використанням сучасних методів теорії оптимальних рішень та теорії апроксимації функцій. Обчислено точні значення верхньої межі відхилення функцій класів Соболева від інтегралів типу Пуассона в рівномірній метриці. Застосований метод досліджень дає можливість з наперед заданою точністю оцінити похибку відхилення класів диференційовних функцій від їхніх полігармонійних інтегралів Пуассона. Отримано результати, які в подальшому сприятимуть побудові якісніших математичних моделей природничих і соціальних явищ, а отже і ефективнішому розв'язуванню багатьох задач прикладної математики.

Ключові слова: полігармонійні рівняння, класи Соболева, оптимізаційні задачі, асимптотичні оцінки, точні значення відхилень.

Exact values of the approximations of differentiable functions by integrals of the Poisson type / Yu.I. Kharkevych // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 112–121.

Abstract. The asymptotic properties of integrals of the Poisson type on the classes of differentiable functions are analyzed with the use of modern methods of the theory of optimal solutions and the theory of approximation of functions. Namely, the exact values of the upper bound of the deviation of the functions of the Sobolev classes from integrals of the Poisson type in the uniform metric are found. The research method used in the study makes it possible to estimate the deviation error of the classes of differentiable functions from their polyharmonic Poisson integrals with predetermined accuracy. The results obtained in the study will further contribute to the construction of higher-quality mathematical models of natural and social phenomena and therefore to more efficient solution of many problems of applied mathematics.

Keywords: polyharmonic equations, the Sobolev classes, optimization problems, asymptotic estimates, exact values of deviations.

УДК 519.217

Критерії стійкості та нестійкості в середньому квадратичному дифузійних стохастичних диференціально-функціональних систем Гіхмана-Іто під дією зовнішніх збурень типу випадкових величин / В.К. Ясинський, І.В. Юрченко // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 122–135.

Анотація. Досліджено асимптотичну стійкість у середньому квадратичному тривіального розв'язку дифузійних стохастичних диференціально-функціональних рівнянь Гіхмана-Іто в термінах власних значень матриці, яка побудована з коефіцієнтів цих рівнянь.

Ключові слова: критерій, стійкість розв'язку, стохастичні диференціально-функціональні рівняння Гіхмана-Іто, зовнішні збурення.

Mean square stability and instability criteria for the Gikhman–Ito stochastic diffusion functional differential systems subject to external disturbances of the type of random variables / V.K. Yasynskyy, I.V. Yurchenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 122–135.

Abstract. The authors investigate the asymptotic stability in the mean square of the trivial solution of the stochastic diffusion Gikhman–Ito functional differential equations in terms of the eigenvalues of the matrix constructed from the coefficients of these equations.

Keywords: criterion, stability of the solution, stochastic functional differential Gikhman–Ito equations, external disturbances.

УДК 519.6

Математичне моделювання просторово-розподілених систем, поліноміально залежних від лінійних диференціальних перетворень функції стану / В.А. Стоян // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 136–145.

Анотація. Поставлено і за середньоквадратичним критерієм розв'язано початково-крайові задачі динаміки нелінійних просторово-розподілених систем. Розглянуто системи, лінійна математична модель яких доповнена поліноміально визначеною залежністю від диференціальних перетворень їхньої функції стану. Будуються аналітичні залежності цієї функції за наявності дискретно і неперервно визначених початково-крайових спостережень за ними без обмежень на кількість та якість останніх. Оцінено точність множин отриманих розв'язків та досліджено їхню однозначність.

Ключові слова: нелінійні динамічні системи, системи з невизначеностями, системи з розподіленими параметрами, просторово-розподілені системи, псевдорозв'язки, некоректні початково-крайові задачі.

Mathematical modeling of spatially distributed systems, polynomially dependent on linear differential transformations of the state function / V.A. Stoyan // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 136–145.

Abstract. Initial-boundary-value problems of the dynamics of nonlinear spatially distributed systems are formulated and solved according to the root-mean-square criterion. Systems whose linear mathematical model is supplemented by the polynomially defined dependence on the differential transformation of their state function are considered. Analytical dependences of this function are generated under the presence of their discretely and continuously defined initial-boundary-value observations, without constraints on the number and quality of the latter. The accuracy of the sets of the obtained solutions is evaluated, and their uniqueness is analyzed.

Keywords: nonlinear dynamical systems, systems with uncertainties, distributed-parameter systems, spatially distributed systems, pseudosolutions, ill-posed initial-boundary-value problems.

УДК 517.9

Про відмову керувальних пристроїв рухомих об'єктів у конфліктній ситуації / О.І. Восколович, К.А. Чикрій // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 146–157.

Анотація. Розглянуто нестационарну ігрову задачу керування рухомими об'єктами з порушеннями в динаміці, причиною яких є відмова або поломка керувальних пристроїв. Досліджено ситуацію, коли момент поломки невідомий, а час на її ліквідацію є заданим. Встановлено достатні умови приведення траєкторії конфліктно-керованого процесу на задану множину за скінченний час. Отримані результати проілюстровано модельним прикладом з простим рухом.

Ключові слова: конфліктно-керований процес, багатозначне відображення, розв'язувальна функція, відмова керувальних пристроїв, стробоскопічна стратегія, умова Понтрягіна, інтеграл Ауманна.

Failure of control devices under conflict conditions / O.I. Voskolovych, K.A. Chikrii // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 146–157.

Abstract. The authors consider a nonstationary game problem of control of moving objects in the case of violations in their dynamics caused by a breakdown or failure of the control devices. A game situation is analyzed where the moment of failure of control devices is a priori unknown, and the time required to eliminate it is given. The sufficient conditions for bringing the trajectory of the conflict-controlled process to the terminal set in a certain finite time are established. The results are illustrated using a model example with simple motion.

Keywords: conflict-controlled process, set-valued mapping, resolving function, failure of control devices, stroboscopic strategy, Pontryagin's condition, Aumann's integral.

УДК 519.65

Чебишовське наближення функцій багатьох змінних логарифмічним виразом / П.С. Малахівський, Л.С. Мельничок, Я.В. Пізюр // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 158–165.

Анотація. Запропоновано метод побудови чебишовського наближення функцій багатьох змінних логарифмічним виразом з абсолютною похибкою. Його суть полягає в побудові проміжного чебишовського наближення поліномом з відносною похибкою значень експоненти від наближуваної функції. Побудова чебишовського наближення поліномом ґрунтується на обчисленні граничного середньостепеневго наближення за ітераційною схемою з використанням методу найменших квадратів із відповідно сформованими значеннями змінної вагової функції. Представлені результати розв'язування тестових прикладів підтверджують швидку збіжність методу під час обчислення параметрів чебишовського наближення логарифмічним виразом функцій однієї, двох і трьох змінних.

Ключові слова: чебишовське наближення функцій багатьох змінних, логарифмічний вираз, середньостепеневе наближення, метод найменших квадратів, змінна вагова функція.

Chebyshev approximation of multivariable functions by a logarithmic expression / P.S. Malachivskyy, L.S. Melnychok, Ya.V. Pizyur // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 158–165.

Abstract. A method for constructing a Chebyshev approximation of the multivariable functions by a logarithmic expression with absolute error is proposed. It implies constructing an intermediate Chebyshev approximation by a polynomial with the relative error of the exponential value of the function being approximated. Construction of the Chebyshev approximation by a polynomial is based on calculating the limit mean-power approximation by the least squares method in accordance with the prevailing values of the variable weight function. The presented results of solving test examples confirm the rapid convergence of the method when calculating the parameters of the Chebyshev approximation by the logarithmic expression of the functions of one, two, and three variables.

Keywords: Chebyshev approximation of multivariable functions, logarithmic expression, mean-power approximation, least squares method, variable weight function.

УДК 519.21

Варіанти стохастичних моделей sir та стратегії проведення вакцинації / О.В. Богданов // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 166–172.

Анотація. Наведено декілька варіантів стохастичної моделі епідемії SIR з обмеженням лікуванням. Досліджено ефективність використання різних стратегій запровадження вакцинації та запропоновано метод пошуку оптимальної стратегії вакцинування для мінімізації функціонала ціни.

Ключові слова: стохастична модель, епідемія, оптимальна стратегія.

Variants of the stochastic sir models and vaccination strategies / O. Bogdanov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 166–172.

Abstract. Several options of the stochastic SIR epidemics model with limited treatment are proposed. For these models, the effect of different vaccination strategies is demonstrated, and a method to obtain the optimal vaccination strategy minimizing the cost functional is proposed.

Keywords: stochastic model, epidemic, optimal strategy.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE SYSTEMS

УДК 53.088.3+53.088.7

Фільтрування та стиснення сигналів методом дискретного вейвлет-перетворення в одновимірні ряди / Д.М. Онуфрієнко, Ю.К. Тараненко // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 173–181.

Анотація. Розв'язання задачі ідентифікації спеціальних сигналів, в умовах апріорної невизначеності їхніх джерел, є надзвичайно важливим, наприклад, під час виявлення локаторів, що слідкують за рухомими об'єктами. Метод використовують для фільтрації сигналів від потужних шумів (до рівня у 12дБ) та визначення форми сигналу. Розглянуто ідентифікацію, фільтрацію та стиснення сигналів, що ґрунтуються на порівнянні близькості одновимірних рядів вейвлет-коефіцієнтів. Запропоновано пряме перетворення вкладених масивів коефіцієнтів апроксимації та деталізації у одновимірний ряд із попереднім визначенням структури вкладених масивів для подальшої реконструкції одновимірного ряду у сигнал, що ідентифікується. Перевірено стійкість запропонованого алгоритму до локальних змін форми тестового сигналу відповідно до вимог ідентифікації.

Ключові слова: ідентифікаційні виміри, міри близькості рядів, одновимірний ряд, дискретний вейвлет-аналіз, лінійна та нелінійна модуляція, бази даних.

Filtering and compression of signals by the method of discrete wavelet transformation into one-dimensional series / D. Onufrienko, Yu. Taranenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 173–181.

Abstract. Solving the problem of identifying special signals under a priori uncertainty of their sources is extremely important, for example, when detecting locators working on moving objects. The method is used for filtering signals from powerful noises (up to 12dB) and determining the shape of the signal. The identification, filtering, and compression of signals based on the comparison of the proximity of one-dimensional series of wavelet coefficients are considered. The article proposes a direct transformation of nested arrays of the approximation and detail coefficients into a one-dimensional series with a preliminary determination of the structure of the nested arrays for further reconstruction of the one-dimensional series into an identifiable measurement signal. The robustness of the proposed algorithm to local changes in the shape of the test signal in accordance with the identification requirements is verified.

Keywords: identification measurements; row proximity measures; one-dimensional series; discrete wavelet analysis; linear and non-linear modulation, database.

УДК 004.032.26

Збільшення рецептивного поля нейронів згорткових нейронних мереж / С.І. Шаповалова, Ю.В. Москаленко, О.М. Бараніченко // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 182–189.

Анотація. Проведено аналіз архітектур згорткових нейронних мереж для класифікації 1D та 2D сигналів. Визначено, що у випадку вхідного сигналу великої розмірності достатню точність класифікації можна забезпечити лише застосуванням великої кількості шарів, що не можна виконати за умови обмежених обчислювальних ресурсів. Однак, у разі обмеження кількості шарів, починаючи з деякого критичного значення розмірності, точність знижується. Запропоновано спосіб модифікації згорткової нейронної мережі з відносно невеликою кількістю шарів для розв'язання цієї проблеми. Експериментально доведено його ефективність.

Ключові слова: згорткові нейронні мережі, ResNet, EfficientNet, WaveNet, рецептивне поле.

Increasing the receptive field of neurons of convulsional neural networks / S. Shapovalova, Yu. Moskalenko, O. Baranichenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 182–189.

Abstract. The convolutional neural network architectures for the classification of 1D and 2D signals are analyzed. It has been determined that in the case of a large-dimensional input signal, sufficient classification accuracy can be ensured by only using a large number of layers, which cannot be done under limited computing resources. However, if the number of layers is limited, starting from some critical dimension value, the accuracy decreases. A method of modifying a convolutional neural network with a relatively small number of layers is proposed to solve this problem. Its effectiveness is proved experimentally.

Keywords: convolutional neural networks, ResNet, EfficientNet, WaveNet, receptive field.

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

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

УДК 004.048+616-079.4

Класифікація патологій за медичними зображеннями алгоритмом випадкового лісу дерев оптимальної складності / В.О. Бабенко, Є.А. Настенко, В.А. Павлов, О.К. Городецька, І.М. Дикан, Б.А. Тарасюк, В.В. Лазоришинець // Кібернетика та системний аналіз. 2023. Том 59, № 2. С. 190–202.

Анотація. Запропоновано підхід до побудови класифікаторів у класі алгоритмів Random Forest. Для визначення оптимального поєднання та складу ансамблів ознак під час побудови дерев лісу застосовано генетичний алгоритм. Для оптимізації структури дерев використано принципи методу групового урахування аргументів. Оптимізацію процедури голосування дерев у лісі реалізовано із застосуванням методу аналізу ієрархій. Наведено приклади використання запропонованого алгоритму для виявлення патологій на медичних зображеннях, а також результати класифікації порівняно з іншими відомими аналогами.

Ключові слова: класифікація патологій, медичні зображення, Random Forest, генетичний алгоритм, метод групового урахування аргументів, метод аналізу ієрархій.

Pathology classification from medical images by the algorithm of random forest of optimal-complexity trees / V. Babenko, Ye. Nastenko, V. Pavlov, O. Horodetska, I. Dykan, B. Tarasiuk, V. Lazoryshinets // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2023. Vol. 59, N 2. P. 190–202.

Abstract. The authors propose an approach to the construction of classifiers in the class of random forest algorithms. A genetic algorithm is used to determine the optimal combination and composition of features' ensembles in the construction of forest trees. The principles of the group method of data handling are used to optimize the trees' structure. Optimization of the tree voting procedure in the forest is implemented by the analytic hierarchy process. Examples of using the proposed algorithm to identify pathologies in medical images and the classification results as compared with other known analogs are presented.

Keywords: pathology classification, medical images, random forest, genetic algorithm, group method of data handling, analytic hierarchy process
