

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 519.7

Цифрова автентифікація «свій-чужий» / А.В. Анісімов // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 3–14.

Анотація. Запропоновано протокол багаторазової цифрової двораундової автентифікації типу «свій-чужий» для групи користувачів. В основу протоколу покладено таку конструкцію. В кожній сесії автентифікації члени групи підписом Вінтернітца підписують окремі w -блоки повідомлення, яке надає верифікатор. Він перевіряє валідність всього підпису. Поточні публічні ключі пересилаються верифікатору в попередній сесії. У такий спосіб публічні ключі утворюють структуру блокчейну. Безпека протоколу впливає із відомої безпеки підпису Вінтернітца і блокчейну публічних ключів. У криптографічній моделі випадкового оракула запропонований протокол також має властивість «доведення з нульовим розголошенням».

Ключові слова: автентифікація, коаліційна група, цифровий підпис, підпис Вінтернітца, блокчейн.

Digital authentication “friend-or-foe” / A.V. Anisimov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 3–14.

Abstract. Based on a modified one-time Winternitz signature scheme, we develop a multi-time two-round group authentication protocol of the type “friend-or-foe.” The main construction is as follows. At each authentication session, members of a group sign only designated w -blocks of a random message. The verifier checks the validity of the whole Winternitz signature. Session public keys are created and sent to the verifier at the previous session. This way, they form a hash-connected blockchain. Security of the Winternitz signature and blockchain structure of public keys imply the security of the suggested protocol. A trusted third party is needed for establishing first “genesis” keys. Also, the protocol has the property “honest verifier zero knowledge.”

Keywords: authentication, coalition group, digital signature, the Winternitz signature, blockchain.

УДК 519.816(045)

Алгебраїчний метод синтезу безпомилкової бінарної нейронної мережі / О.Є. Литвиненко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 15–25.

Анотація. Наведено математичну модель задачі обчислення вагових коефіцієнтів бінарної нейронної мережі. Доведено, що у разі ступінчастих функцій активації нейронів такою моделлю є система лінійних нерівностей, яка у більшості практичних задач є несумісною. Запропоновано метод аналізу системи нерівностей, який дає змогу обчислити значення вагових коефіцієнтів та синтезувати структуру нейронної мережі, що забезпечує абсолютну точність вихідних сигналів. Наведено алгоритм та приклад реалізації запропонованого методу.

Ключові слова: нейронна мережа, математична модель, аналіз, синтез, помилка.

An algebraic method for synthesizing error-free binary neural network / A. Litvinenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 15–25.

Abstract. A mathematical model of the problem of calculating the weighting coefficients of a binary neural network is given. It is proved that in the case of step functions of neuron activation, this model is a system of linear inequalities, which is incompatible for most practical problems. A method of analyzing the system of inequalities is proposed, which allows calculating the values of the weighting coefficients and synthesizing the structure of the neural network, which ensures the absolute accuracy of the output signals. The algorithm and an implementation example are given.

Keywords: neural network, mathematical model, analysis, synthesis, error.

УДК 004.855:519.216

Виявлення каузальних відношень з марковських властивостей в умовах латентних конфаундерів / О.С. Балабанов // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 26–44.

Анотація. Розглянуто проблеми виведення структур каузальних моделей на основі фактів умовної незалежності в ситуації, коли каузальні зв'язки можуть бути під дією латентних конфаундерів. Продемонстровано умови і можливості часткового та повного виявлення каузальних відношень, а також ідентифікації латентних конфаундерів. Сформульовано оновлені імплікативні правила виведення орієнтацій ребер (зв'язків) моделі. Деякі нові правила здатні виявляти конфаундований каузальний зв'язок та арку, спираючись на заборону певних автентичних ребер. (Заборона ребра може бути апіорною або аргументована свідченням типу стримування Верма.)

Ключові слова: каузальний зв'язок, d-сепарація, умовна незалежність, латентний конфаундер, орієнтація ребер, арка.

Abstract. We address the problems of causal structure reconstruction given conditional independence facts when latent confounders are allowed. We examine the conditions that allow one to partially or fully identify authentic causal links and latent confounders. The updated implicative rules for orienting edges under confounding are suggested. As demonstrated, it is possible to construct the new rules, which can reveal confounded causal edges and bows. The rules rely on facts of the absence of certain authentic edges (such facts may be justified by non-independence constraints, like Verma constraint, or subject-based requirements).

Keywords: causal relation, d-separation, conditional independence, latent confounder, edge orientation, bow (arc).

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 519.86

Оптимізація розподілу капітальних інвестицій на основі динамічної економіко-математичної моделі / А.М. Гупал, С.В. Пашко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 45–53.

Анотація. Розглянуто динамічні економіко-математичні екстремальні задачі оптимізації розподілу інвестицій між галузями економіки країни. Використано модель «витрати–випуск» Леонтьєва та модель Солоу для побудови екстремальних задач, в яких максимізується приведений валовий внутрішній продукт за умов обмеженості обсягів інвестицій. Доведено, що побудована задача математичного програмування належить класу гладких та опуклих екстремальних задач. За допомогою методу умовного градієнта розраховано оптимальний розподіл інвестицій для економіки України.

Ключові слова: оптимізація, розподіл інвестицій, економіко-математична модель, виробнича функція, валовий внутрішній продукт, метод.

Optimization of capital investment distribution based on a dynamic mathematical model / A.M. Gupal, S.V. Pashko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 45–53.

Abstract. The article considers dynamic optimization problems for the distribution of investments between sectors of the country's economy. Leontiev's «input-output» and Solow's models were used to construct extremum problems. The objective is to maximize the gross domestic product under limited investment volumes. The constructed mathematical programming problem is proved to belong to the class of smooth and convex extremum problems. By using the conditional gradient method, the optimal distribution of investments for the Ukrainian economy was calculated.

Keywords: optimization, investment distribution, mathematical model, production function, gross domestic product, method.

УДК 531.011; 004.942; 621.31; 37.036.5

Математична модель магнітного надпровідного підвісу / С.С. Зуб, І.Г. Яловега, С.І. Ляшко, В.С. Ляшко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 54–63.

Анотація. З використанням отриманої у явному вигляді функції потенціальної енергії магнітної системи, що складається з надпровідного кільця та магнітного диполя в однорідному полі сили тяжіння, проведено повне дослідження стійкості статичної рівноваги в системі. Знайдено аналітичні умови існування рівноваги та побудовано область стійкості. Показано, що за знайдених умов в околі осі кільця має місце статична магнітна левітація у формі підвісу. Виконані обчислення демонструють стійкість рівноваги у формі підвісу на основі механізму магнітної левітації, запропонованого В. Козорізом.

Ключові слова: математична модель, магнітна левітація, магнітна потенціальна енергія, стійкість рівноваги, надпровідна котушка, постійний магніт.

Mathematical model of magnet superconducting suspension / S.S. Zub, I.H. Yalovega, V.S. Lyashko, S.I. Lyashko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 54–63.

Abstract. A complete study of the stability of static equilibrium in the system was carried out using the explicitly obtained function of the potential energy of the magnetic system, which consists of a superconducting ring and a magnetic dipole in a uniform gravitational field. The conditions for equilibrium were analytically found, and the stability domain was constructed. It is shown that when the found conditions are met, a static magnetic levitation in the form of a suspension takes place around the axis of the ring. The performed calculations demonstrate the stability of equilibrium in the form of a suspension based on the magnetic levitation mechanism proposed by V. Kozoriz.

Keywords: mathematical model, magnetic levitation, magnetic potential energy, stability of equilibrium, superconducting suspension, permanent magnet.

УДК 517.988

Сильна збіжність регуляризованого алгоритму операторної екстраполяції для варіаційних нерівностей / В.В. Семенов, О.С. Харьков // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 64–76.

Анотація. Запропоновано та досліджено новий алгоритм для розв'язання варіаційних нерівностей в гільбертових просторах. Запропонований ітераційний алгоритм є регуляризованим за допомогою схеми Гальперна за методом операторної екстраполяції. За обсягом необхідних для здійснення ітераційного кроку обчислень алгоритм має перевагу над екстраградієнтним методом Корпелевич та методом екстраполяції з минулого. Для варіаційних нерівностей з монотонними, ліпшицевими операторами, що діють в гільбертовому просторі, доведено теорему про сильну збіжність методу.

Ключові слова: варіаційна нерівність, сідлова задача, монотонний оператор, метод операторної екстраполяції, метод Гальперна, регуляризація, сильна збіжність.

Strong convergence of the regularized operator extrapolation algorithm for variational inequalities / V.V. Semenov, O.S. Kharkov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 64–76.

Abstract. The article proposes and investigates a new algorithm for solving variational inequalities in Hilbert spaces. The proposed iterative algorithm is regularized by the operator extrapolation method using the Halpern scheme. In terms of the amount of computation required for the iterative step, the algorithm has an advantage over the Korpelevich extragradient method and the method of extrapolation from the past. For variational inequalities with monotone, Lipschitz continuous operators acting in Hilbert space, a theorem on the strong convergence of the method is proved.

Keywords: variational inequality, saddle point problem, monotone operator, operator extrapolation method, Halpern method, regularization, strong convergence.

УДК 517.9: 519.6

Деякі крайові задачі, відповідні моделі дробово-диференційної фільтраційної динаміки в тріщинувато-пористому середовищі за умов часової нелокальності / В.М. Булавацький // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 77–89.

Анотація. Одержано замкнені розв'язки деяких крайових задач дробово-диференційної геофільтраційної динаміки в тріщинувато-пористому середовищі для моделі зі слабкопроникними пористими блоками. Зокрема, розв'язано пряму і обернену крайові задачі фільтрації для шару скінченної потужності, наведено умови існування їхніх регулярних розв'язків, знайдено розв'язок задачі фільтраційної динаміки з нелокальними граничними умовами. Для окремого випадку фільтраційної моделі розглянуто задачу моделювання аномальної динаміки фільтраційних полів тисків на зіркоподібному графі.

Ключові слова: математичне моделювання, дробово-диференційна динаміка фільтраційних процесів, тріщинувато-пористі середовища, неklasичні моделі, крайові задачі, обернені задачі, задачі з нелокальними умовами, замкнені розв'язки.

Some boundary-value problems corresponding to the model of fractional-differential filtration dynamics in a fractured-porous medium under time non-locality / V.M. Bulavatsky // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 77–89.

Abstract. Closed-form solutions of some boundary-value problems of fractional-differential geofiltration dynamics in a fractured-porous medium are obtained for a model with weakly permeable porous blocks. In particular, the direct and inverse boundary-value problems of filtration for the finite thickness layer are solved, the conditions for the existence of their regular solutions are given, and the solution of the problem of filtration dynamics with nonlocal boundary conditions is found. For a particular case of the filtration model, the problem of modeling the anomalous dynamics of filtration pressure fields on a star-shaped graph is considered.

Keywords: mathematical modeling, fractional-differential dynamics of filtration processes, fractured-porous medium, non-classical models, boundary value problems, inverse problems, problems with non-local conditions, closed-form solutions.

УДК 519.863

Метод оптимізації структури посівних площ для адаптації рослинництва до кліматичних змін / В.А. Пенеляєв, О.М. Голодніков, Н.О. Голоднікова // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 90–96.

Анотація. Розглянуто проблему адаптації рослинництва до кліматичних змін. Досліджено задачу пошуку оптимальної структури посівної площі в майбутньому з урахуванням можливого сценарію зміни клімату. Її суть полягає в пошуку такого розподілу посівної площі під різні групи сільськогосподарських культур, за якого максимізується середньорічна врожайність за умови обмеження на ризик недобору врожаю внаслідок реалізації несприятливого сценарію погодних умов. Для розв'язання цієї задачі розроблено математичну модель, за якою проведено розрахунки.

Ключові слова: адаптація до кліматичних змін, рослинництво, структура посівної площі, ризик, оптимізація, врожайність.

Method of optimizing the structure of sowed areas for the adaptation of crop to climate changes / V.A. Pepelyayev, A.N. Golodnikov, N.A. Golodnikova // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 90–96.

Abstract. The article is devoted to crop production adaptation to climate change. It considers the problem of finding the future optimal structure of the sown area, considering the possible climate change scenario. It implies finding a distribution of the sown area for different groups of crops that would maximize the average annual yield while limiting the risk of crop failure due to adverse weather conditions. To solve this problem, a mathematical model was developed and used for computations.

Keywords: adaptation to climatic changes, crop production, structure of sown area, risk, optimization, productivity.

УДК 519.85

Моделювання заповнення 3D-об'єму несферичними та сферичними частинками порошку титанових сплавів для адитивного виробництва / Ю. Стоян, О. Панкратов, І. Лемішка, З. Дурягіна, Дж. Беннелл, Т. Романова, П. Стецюк // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 97–108.

Анотація. Розроблено підхід до моделювання пошарового заповнення певного 3D-об'єму з комбінуванням несферичних та сферичних частинок порошку різного фракційного складу. Побудовано математичну модель задачі пакування регулярних та нерегулярних об'єктів, що вільно рухаються, із застосуванням методу ϕ -функцій. Запропоновано евристичний алгоритм, який використовує нелінійну оптимізацію для обчислення коефіцієнта щільності пакування/поруватості. Виконано порівняння результатів числового моделювання з експериментальними даними, отриманими для суміші сферичних та поліедральних порошків титанових сплавів. Встановлено, що відсоткове співвідношення частинок порошку в межах досліджуваної фракції, отримане за допомогою розробленого алгоритму, з високою точністю відповідає експериментальним результатам. Це дає змогу використовувати результати числового моделювання замість дорогих експериментальних досліджень. Застосування математичних моделей в адитивному виробництві дає можливість підвищити ефективність кожного етапу технологічного процесу, знизити кількість бракованих виробів, раціонально планувати розхід енергетичних і матеріальних ресурсів.

Ключові слова: пакування, сферичні та несферичні частинки, 3D-об'єм, математичне моделювання, нелінійна оптимізація, адитивне виробництво.

Simulation of 3D volume filling with non-spherical and spherical titanium alloy powder particles for additive manufacturing / Yu. Stoyan, O. Pankratov, I. Lemishka, Z. Duriagina, J. Bennell, T. Romanova, P. Stetsyuk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 97–108.

Abstract. The authors developed an approach to modeling the layer-by-layer filling of a particular 3D volume with a combination of non-spherical and spherical powder particles of different fractional composition. A mathematical model of the problem of packing regular and irregular freely moving objects is provided using the ϕ -function technique. A heuristic algorithm that uses nonlinear optimization is proposed for calculating packing density factor/porosity. The results of numerical modeling are compared with experimental data obtained for a mixture of spherical and polyhedral powders of titanium alloys. It is established that the relative frequencies obtained by the developed algorithm correspond to the experimental results with high accuracy. This indicates the possibility of using numerical modeling results instead of costly experimental studies. The use of mathematical modeling and optimization techniques in additive manufacturing makes it possible to improve the efficiency of each stage of the technological process, reduce the number of defective products, and rationally plan the consumption of energy and material resources.

Keywords: packing, spherical and non-spherical particles, 3D volume, mathematical modeling, nonlinear optimization, additive manufacturing.

УДК 517.9

Стохастична дескрипторна гра переслідування / Л.А. Власенко, А.А. Руткас, А.Г. Руткас, А.О. Чикрій // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 109–119.

Анотація. Досліджено диференціальну гру переслідування у стохастичній дескрипторній лінійній системі. Динаміку системи описано стохастичним диференціально-алгебраїчним рівнянням у розумінні Іто. Розв'язки рівняння представлено у вигляді стохастичної формули варіації сталих через початкові дані та блок керування. Для отримання умов завершення гри використано обмеження на опорні функціонали двох множин, що визначаються поведінками переслідувача і втікача. Для побудови керування переслідувача, що гарантує приведення динамічного вектора системи на термінальну множину, застосовано метод розв'язувальних функцій. Результати проілюстровано на прикладі стохастичної дескрипторної системи, що описує перехідні режими у радіотехнічному фільтрі з випадковими збуреннями у вигляді білого шуму.

Ключові слова: стохастичне диференціально-алгебраїчне рівняння, вінерівський процес, дескрипторна система, диференціальна гра, радіотехнічний фільтр, білий шум.

Stochastic descriptor pursuit game / L.A. Vlasenko, A.A. Rutkas, A.G. Rutkas, A.A. Chikrii // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 109–119.

Abstract. Abstract. A differential pursuit game in a stochastic descriptor linear system is analyzed. The system dynamics is described by Ito's stochastic differential algebraic equation. Solutions of the equation are presented by the formula of variation of constants in terms of the initial data and control unit. Constraints on the support functionals of two sets defined by the behaviors of the pursuer and evader are used to obtain the game completion conditions. The method of resolving functions is applied to construct a pursuer control bringing the dynamic vector of the system to a terminal set. The results are illustrated by an example of a stochastic descriptor system that describes transient states in a radio technical filter with random perturbations in the form of white noise.

Keywords: stochastic differential algebraic equation, Wiener process, descriptor system, differential game, radio technical filter, white noise.

УДК 519.622

Задача оптимального керування точками навантажування та їхніми функціями реакції для параболічного рівняння / В.М. Абдуллаєв, В.А. Хашимов // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 120–134.

Анотація. Розглянуто задачу оптимального керування точками навантажування та відповідними функціями реакції, яку описують навантаженим параболічним рівнянням. Отримано оптимальні умови для керувальних впливів. Формули градієнта цільового функціонала, що містяться в цих умовах, використано в алгоритмі числового розв'язання задачі керування рухом точок навантажування та відповідних функцій реакції на основі методів оптимізації першого порядку. Наведено результати числових експериментів.

Ключові слова: система з розподіленими параметрами, навантажене диференціальне рівняння, необхідна умова оптимальності, градієнт функціонала.

A problem of optimal control of loading points and their reaction functions for a parabolic equation / V.M. Abdullayev, V.A. Hashimov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 120–134.

Abstract. We consider the problem of optimal control of loading points and the corresponding reaction functions described by a loaded parabolic equation. Optimality conditions for control actions are obtained. The objective functional gradient formulas contained in these conditions are used in the algorithm for numerically solving the problem of optimization of loading points and reaction functions based on first-order optimization methods. The results of numerical experiments are provided.

Keywords: distributed-parameter system, loaded differential equation, necessary optimality condition, functional gradient.

УДК 519.21

Оцінки функції розподілу напрацювання на відмову високонадійної системи $N-1$ з N у випадку показникових розподілів інтервалів робочого стану усіх альтернувальних процесів / О.О. Кушнір, В.П. Кушнір // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 135–140.

Анотація. Наведено кількісні оцінки швидкості збіжності функції розподілу напрацювання на відмову високонадійної мажоритарної відновлюваної системи $N-1$ з N до показникової за припущення, що інтервали робочого стану усіх альтернувальних процесів мають показниковий розподіл. Оцінено гарантований час безвідмовної роботи цієї системи.

Ключові слова: альтернувальний процес відновлення, мажоритарна відновлювана система, теорема Реньї, напівмарковський процес.

Estimation of the time-to-failure distribution function in a highly reliable $N-1$ -out-of- N : G repairable system in the case of exponential distributions of working periods of all alternating renewal processes / O.O. Kushnir, V.P. Kushnir // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 135–140.

Abstract. Some quantitative bounds on a convergence rate of the time-to-failure distribution function to an exponential distribution function in a highly reliable $N-1$ -out-of- N : G repairable system are obtained in the case of exponential working periods of alternating renewal processes. The confident time to failure of this system is also bounded.

Keywords: alternating renewal process, $N-1$ -out-of- N : G repairable system, Renyi's theorem, semi-Markov process.

УДК 519.21

Про існування оптимального керування для стохастичних диференціально-функціональних рівнянь під дією зовнішніх збурень / В.К. Ясинський, І.В. Юрченко // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 141–151.

Анотація. Розглянуто теорему порівняння для розв'язків стохастичних диференціально-функціональних рівнянь під дією зовнішніх збурень та її застосування для однієї задачі стохастичного керування.

Ключові слова: теорема порівняння, стохастичне керування, стохастичні функціонально-диференціальні рівняння.

On the existence of optimal control for stochastic functional differential equations under the influence of external disturbances / V.K. Yasynskyy, I.V. Yurchenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 141–151.

Abstract. The article discusses the comparison theorem for solutions of stochastic functional differential equations under the influence of external disturbances and its application to one stochastic control problem.

Keywords: comparison theorem, stochastic control, stochastic functional differential equations.

УДК 519.8

Деякі асимптотичні властивості розв'язків тригармонійних рівнянь / А.М. Шутовський // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 152–160.

Анотація. Розглянуто оптимізаційну задачу для тригармонійного рівняння за наявності певних граничних умов. Внаслідок цього було побудовано тригармонійний інтеграл Пуассона у декартових координатах для верхньої півплощини. Досліджено асимптотичні властивості цього оператора на класах Ліпшиця в рівномірній метриці. Знайдено точну рівність для верхньої межі відхилення функцій класу Ліпшиця від тригармонійного інтеграла Пуассона, визначеного в декартових координатах для верхньої півплощини в метриці простору. Засвідчено наявність зв'язку між методами теорії наближень і принципами теорії оптимальних рішень.

Ключові слова: оптимізаційна задача, клас функцій Ліпшиця, рівномірна метрика, тригармонійний інтеграл Пуассона.

On some asymptotic properties of solutions of triharmonic equations / A.M. Shutovskiy // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 152–160.

Abstract. The author considers the optimization problem for the triharmonic equation in the presence of specific boundary conditions. As a result, the triharmonic Poisson integral was constructed in Cartesian coordinates for the upper half-plane. The asymptotic properties of this operator on Lipschitz classes in a uniform metric were studied. An exact equality was found for the upper bound of the deviation of the Lipschitz class functions from the triharmonic Poisson integral defined in Cartesian coordinates for the upper half-plane in the metric space. The results obtained in the article demonstrate the connection between the methods of approximation theory and the principles of optimal decision theory.

Keywords: optimization problem, class of Lipschitz functions, uniform metric, triharmonic Poisson integral.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE-HARDWARE SYSTEMS

УДК 004.41

Підвищення відмовостійкості в мікросервісній архітектурі / А.М. Глибовець, І.А. Папроцький // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 161–172.

Анотація. Мікросервісну архітектуру широко використовують під час побудови розподілених застосунків. Уже розв'язано багато проблем, що були наявні на початку використання цього підходу. Але досі залишається не розв'язаною одна з фундаментальних проблем, що серйозно впливає на відмовостійкість системи. Вона має назву «гарантована доставка повідомлень між сервісами». У статті проаналізовано стандартні підходи до розв'язання цієї проблеми. На основі проведеного аналізу виокремлено патерн Circuit Breaker та здійснено його модифікацію, що дало змогу зменшити затримку переходу між станами, а відповідно й відправлення повідомлень сервісом. Експериментально підтверджено ефективність запропонованої модифікації. Результат модифікації оформлено у вигляді швидкої конфігурації для Spring Boot.

Ключові слова: мікросервісна архітектура, відмовостійкість, мікросервіс, патерн, Circuit Breaker.

Increasing the fault tolerance in microservice architecture / A. Hlybovets, I. Paprotskyi // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 161–172.

Abstract. Microservice architecture is widely used in the development of distributed applications. Many problems present at the beginning of using this approach have already been solved. However, one of the fundamental problems that seriously affects the system's fault tolerance remains unsolved. This fundamental problem is known as guaranteed delivery of messages between services. The article analyzed standard approaches to solving this problem. Based on the analysis, the Circuit Breaker pattern was isolated, and its modification was carried out, which reduced the delay in the transition between states and, accordingly, the

sending of messages by the service. The efficiency of the proposed modification has been confirmed experimentally. The result of the modification is presented in the form of a quick configuration for Spring Boot.

Keywords: microservice architecture, fault tolerance, microservice, programming pattern, Circuit Breaker.

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

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

УДК 519.6, 539.3

Математичне моделювання симетричної крайової задачі для послабленого наскрізним отвором шару з покритими діафрагмою торцями / Б.Є. Панченко, Ю.Д. Ковальов, Т.О. Калініна, І.М. Сайко, Л.М. Буката // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 173–179.

Анотація. Наведено нову математичну модель розв'язання статичної симетричної крайової задачі для послабленого наскрізним отвором шару з покритими діафрагмою торцями. Розроблено та чисельно апробовано новий метод, який базується на системі трьох сингулярних інтегральних рівнянь. У результаті високоточного чисельного дослідження виявлено, що зі збільшенням товщини шару відносне окружне напруження зростає. У разі зменшення одного з радіусів еліптичного отвору також спостерігається зростання відносного окружного напруження. У роботі наведено відповідні графіки.

Ключові слова: тривимірні крайові задачі, сингулярні інтегральні рівняння, чисельний експеримент, статичне розтягування–стискання, наскрізний отвір.

Mathematical modeling of a symmetric boundary-value problem for a layer weakened by a through hole with the ends covered with a diaphragm / B.E. Panchenko, Yu.D. Kovalev, T.O. Kalinina, I.N. Saiko, L.M. Bukata // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 173–179.

Abstract. The paper presents a new mathematical model for the solution of a static symmetric boundary-value problem for a layer weakened by a through hole with ends covered with a diaphragm. A new method based on a system of three singular integral equations 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. With a decrease in one of the radii of the elliptical hole, an increase in the relative circumferential stress is also observed. The paper presents the respective dependency graphs.

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

УДК 364.2:331

Покращення відеопослідовності в системах відеоаналітики / О.М. Головін // Кібернетика та системний аналіз. 2024. Том 60, № 3. С. 180–196.

Анотація. Запропоновано метод покращення відео на основі застосування гамма-корекції. Процес застосування методу полягає в обробленні всіх кадрів відео за допомогою єдиного підходу. В алгоритмі завдяки збереженню міжкадрової когерентності впродовж всього відео суттєво скорочено час пошуку оптимального значення параметра гамма, для якого якість кожного кадру відео досягає максимально можливого рівня в автоматичному режимі в сенсі як візуального спостереження, так і ефективності виявлення ключових точок та виділення контурів об'єктів у зображенні. Метод характеризується високою адаптивністю до різких змін в освітленні сцени, збереженням міжкадрової когерентності та відсутністю будь-яких побічних негативних артефактів у покращеному відео. Розроблено інструментарій визначення в автоматичному режимі оптимального значення параметра гамма, який дає змогу суттєво підвищити ефективність систем відеоаналітики, процесів сегментації та оброблення зображень і відео завдяки послабленню негативного впливу режиму освітлення сцени на якість зображень.

Ключові слова: гамма-корекція, система відеоаналітики, покращення відео, гістограма, кумулятивна гістограма, відеооброблення, міжкадрова когерентність.

Video sequence enhancement in video analytics systems / O.M. Golovin // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2024. Vol. 60, N 3. P. 180–196.

Abstract. A video enhancement method based on applying gamma correction is proposed. Its realization implies processing all video frames using a single algorithm. The proposed algorithm, due to the preservation of inter-frame coherence throughout the entire video, significantly reduces the time spent searching for the optimal value of the gamma parameter, which ensures the highest quality of the frame reaching the maximum possible level in the automatic mode in the sense of both visual observation and the determination of key points and the selection of contours of objects in images. The method is characterized by high adaptability to sudden changes in the lighting of the scene, preservation of interframe coherence, and the absence of any side negative artifacts in the enhanced video. A toolkit for automatically determining the optimal value of the gamma parameter for video frames is developed. It significantly increases the efficiency of video analytics systems, image and video segmentation and processing processes due to reducing the negative impact of the scene lighting mode on image quality.

Keywords: gamma-correction, video analytics system, video sequence enhancement, histogram, cumulative histogram, video processing, interframe coherence.