

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 519.713.1

Побудова ω -регулярного виразу, заданого графом елементарних продовжень / А.М. Чеботарьов // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 3–9.

Анотація. Під час синтезу Σ -автомата, специфікованого мовою LP, виникає задача подання множини ω -слів, що задає формула $F(t)$, у вигляді ω -регулярного виразу. Побудова цього виразу ґрунтується на відповідності між структурними елементами формул та ω -регулярних виразів. Для забезпечення такої відповідності запроваджено дві додаткові операції над ω -регулярними множинами, що відповідають операціям квантифікації у формулах. Задача зводилась до обчислення ω -регулярних виразів, що визначаються цими операціями. У його основі лежить побудова графу елементарних продовжень, де певна множина нескінченних шляхів відповідає всім ω -словам, що належать ω -регулярній множині, яку потрібно обчислити. Запропоновано метод побудови ω -регулярного виразу, що задається таким графом. Цей метод базується на розв'язанні системи лінійних рівнянь над ω -регулярними множинами.

Ключові слова: ω -слово, ω -регулярний вираз, префіксно-замкнута множина ω -слів, граф елементарних продовжень, лінійне рівняння над ω -регулярними множинами.

Constructing a ω -regular expression specified by an elementary extensions graph / A.N. Chebotarev // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 3–9.

Abstract. In synthesis of a Σ -automaton specified in the LP language, the problem arises how to represent the set of ω -words defined by a formula $F(t)$ in the form of a ω -regular expression. Construction of this representation is based on the correspondence between structural components of the formulas and ω -regular expressions. To provide such a correspondence, two additional operations on ω -regular sets relating to the operation of quantification in the formulas were introduced. The problem was reduced to calculating the ω -regular expressions defined by these operations. This calculation relies on the construction of an elementary extensions graph, in which certain set of infinite paths corresponds to all ω -words that belong to the ω -set to be calculated. A method for constructing a ω -regular expression specified by such a graph is proposed in the paper. This method is based on the solution of a system of linear equations over ω -regular sets.

Keywords: ω -word, ω -regular expression, prefix-closed set of ω -words, elementary extensions graph, linear equations over ω -regular sets.

УДК 004.855:519.216

Логіка каузального виведення з даних в умовах прихованих спільних причин / О.С. Балабанов // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 10–28.

Анотація. Розглянуто проблеми виведення каузальних моделей з емпіричних даних і деякі механізми виникнення помилок. Показано, що відомі правила ідентифікації орієнтацій (спрямувань) статистичних зв'язків у каузальних моделях можуть втрачати адекватність, коли діють латентні конфаундери. Запропоновано корекції цих правил орієнтації, необхідні для їхнього застосування до моделей поза межами класу анцестральних моделей. Сформульовано необхідні припущення, які обґрунтовують виведення адекватних каузальних відношень з даних.

Ключові слова: каузальні моделі, d-сепарація, умовна незалежність, правила орієнтації ребер, конфаундер, колізор, ілюзорне ребро, припущення тестабільності залежності.

Logic of causal inference from data under presence of latent confounders / O.S. Balabanov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 10–28.

Abstract. The problems of causal inference from data (by independence-based methods) when latent confounders are allowed are examined. We demonstrate that the well-known rules of edge orientation may perform wrong under presence of latent confounders. We propose the corrections to the rules aiming to successfully extend them for inference of models beyond the class of ancestral models. The necessary assumptions to justify an adequate model inference from data are suggested.

Keywords: causal network, d-separation, conditional independence, edge orientation rules, confounder, collider, illusive edge, dependence testability assumptions.

УДК 519.2

Розрізнявальна атака на шифросистему NTRUCipher / А.М. Олексійчук, А.А. Матійко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 29–34.

Анотація. Запропоновано розрізнявальну атаку на симетричну шифросистему NTRUCipher, визначену над кільцем лишків за модулем циклотомічного полінома над скінченним полем простого порядку. Атака базується на існуванні гомоморфізму цього кільця у зазначене поле та може бути досить ефективною за достатньо загальних умов.

Ключові слова: решіткова криптографія, симетрична шифросистема, розрізнявальна атака, циклотомічний поліном, NTRUCipher.

Distinguishing attack on the NTRUCipher encryption scheme / A.N. Alekseychuk, A.A. Matiyko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 29–34.

Abstract. A distinguishing attack on the NTRUCipher symmetric encryption scheme, defined over the residue ring modulo a cyclotomic polynomial over a finite field of simple order, is proposed. The attack is based on the existence of a homomorphism from this ring into the specified field and can be quite effective under sufficiently general conditions.

Keywords: lattice-based cryptography, symmetric encryption scheme, distinguishing attack, cyclotomic polynomial, NTRUCipher.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

УДК 631.153.3:330.131.7

Оптимізація надійності в рослинництві / В.А. Пенеляєв, О.М. Голодніков, Н.О. Голоднікова // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 1. С. 35–41.

Анотація. Розглянуто задачу оптимізації структури посівних площ з урахуванням ризику втрат урожаю. Для мінімізації ризику запропоновано замість ймовірності відмов, яка широко використовується в теорії надійності, оптимізувати буферну ймовірність відмов (bPOE). На відміну від ймовірності відмов, bPOE має кращі властивості, а саме: ця міра ризику є неперервною функцією, яка враховує всі значення, що позиціоновані в хвості функції розподілу втрат урожаю.

Ключові слова: bPOE, міра ризику, оптимізація, квантиль, хвіст функції розподілу, посівна площа, сільськогосподарська культура.

Reliability optimization in plant production / V.A. Pepelyaev, A.N. Golodnikov, N.A. Golodnikova // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 35–41.

Abstract. We consider the problem of optimizing the structure of sown areas taking into account the risk of crop losses. To minimize the risk, we propose to optimize the buffer probability of failure (bPOE), instead of the probability of failure, which is widely used in the theory of reliability. In contrast to the probability of failure, bPOE has more attractive properties: this risk measure is a continuous function that takes into account all the values located in the tail of the crop loss distribution function.

Keywords: bPOE, risk measure, optimization, quantile, the tail of the distribution function, sown area, agricultural culture.

УДК 517.977

Екстремальні стратегії зближення керованих об'єктів в ігрових задачах динаміки з термінальною функцією плати / А.О. Чикрій, Й.С. Раппопорт // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 42–57.

Анотація. Запропоновано метод розв'язання проблеми зближення керованих об'єктів в ігрових задачах динаміки з термінальною функцією плати, який зводиться до систематичного використання ідей Фенхеля–Моро стосовно загальної схеми методу розв'язувальних функцій. Сутність методу полягає в тому, що розв'язувальну функцію можна виразити через спряжену до функції плати i , використовуючи інволютивність оператора сполучення для опуклої замкнутої функції, отримати гарантовану оцінку термінального значення функції плати, яку представлено через значення плати в початковий момент та інтеграл від розв'язувальної функції. Особливістю методу є накопичувальний принцип, що використовується в поточному підсумовуванні розв'язувальної функції для оцінки якості гри до досягнення деякого порогового значення. Уведено поняття верхньої та нижньої розв'язувальних функцій двох типів і отримано достатні умови гарантованого результату в диференціальній грі з термінальною функцією плати в разі, коли умова Понтрягіна не виконується. Побудовано дві схеми методу розв'язувальних функцій з екстремальними стратегіями зближення керованих об'єктів і дано порівняння гарантованих часів.

Ключові слова: термінальна функція плати, квазілінійна диференціальна гра, багатозначне відображення, вимірний селектор, екстремальна стратегія, розв'язувальна функція.

Extremum strategies of approach of controlled objects in dynamic game problems with a terminal payoff function / A.A. Chikrii, J.S. Rappoport // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 42–57.

Abstract. The authors propose a method for solving the problem of approach of controlled objects in dynamic game problems with a terminal payoff function, which is reduced to the systematic use of the Fenkel-Moro ideas on the general scheme of the method of resolving functions. The essence of the method is that the resolving function can be expressed in terms of the function conjugate to the payoff function and, using the inclusiveness of the connection operator for a convex closed function, it is possible to obtain a guaranteed estimate of the terminal value of the payoff function represented by the payoff value at the initial instant of time and integral of the resolving function. A feature of the method is the cumulative principle used in the current

summation of the resolving function to assess the quality of the game before reaching a certain threshold. The notion of the upper and lower resolving functions of two types is introduced and sufficient conditions of a guaranteed result in the differential game with the terminal payoff function are obtained in the case where Pontryagin's condition is not satisfied. Two schemes of the method of resolving functions with extremum strategies of approach of controlled objects are constructed and the guaranteed times are compared.

Keywords: terminal payoff function, quasilinear differential game, multi-valued mapping, measurable selector, extremum strategy, resolving function.

УДК 519.8

Мінімум нечітких чисел з нечіткою множиною операндів / С.О. Машченко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 58–69.

Анотація. Досліджено операцію мінімізації з нечіткою множиною індексів операндів для нечітких чисел. Показано, що результатом цієї операції є нечітка множина типу-2, яка може бути розкладеною за вторинними ступенями належності на набір відповідних нечітких чисел. Такий розклад дає змогу представити результативну нечітку множину типу-2 у зручному для розуміння і застосування вигляді. Наведено ілюстративний приклад.

Ключові слова: нечітке число, нечітка множина, нечітка множина типу-2.

Minimum of fuzzy numbers with a fuzzy set of operands / S.O. Mashchenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 58–69.

Abstract. The operation of minimization with a fuzzy set of operand indices for fuzzy numbers is investigated. It is shown that the result of this operation is a type-2 fuzzy set, which can be decomposed by secondary degrees of membership into a collection of corresponding fuzzy numbers. This decomposition helps to represent the resulting type-2 fuzzy set in a form that is easy to understand and use. An illustrative example is given.

Keywords: fuzzy number, fuzzy set, type-2 fuzzy set.

УДК 303.732.4

Алгоритм декомпозиційного керування та прогнозування траєкторій нелінійних стохастичних систем за наявності різношвидкісних процесів у їхній динаміці / В.В. Хиленко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 70–75.

Анотація. Запропоновано декомпозиційний алгоритм прогнозування траєкторій нелінійних стохастичних систем, у динаміці яких присутні субпроцеси, що значно відрізняються за швидкістю. Алгоритм спрямований на скорочення часу отримання прогнозних результатів для суттєво нелінійних об'єктів і систем, коли розрахунки за їхніми повними математичними моделями пов'язані з великим обсягом обчислень та складнощами тимчасового коригування параметрів.

Ключові слова: нелінійні стохастичні системи, математичне моделювання та прогнозування динаміки, керування динамічними системами, декомпозиція моделей.

Algorithm for decomposition control and prediction of trajectories of nonlinear stochastic systems under different-speed processes in their dynamics / V.V. Khilenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 70–75.

Abstract. The author proposes a decomposition algorithm for predicting the trajectories of nonlinear stochastic systems whose dynamics contain subprocesses significantly different in speed. The algorithm is focused on reducing the time to obtain predictive results for substantially nonlinear objects and systems, when calculations based on their complete mathematical models are associated with a large amount of computation and the complexity of temporary adjustment of parameters.

Keywords: nonlinear stochastic systems, mathematical modeling and forecasting of dynamics, control of dynamic systems, decomposition of models.

УДК 519.86

Оптимізація розподілу капітальних інвестицій в умовах відкритої економіки на основі моделі «витрати–випуск» / С.В. Пашко // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 76–85.

Анотація. Статтю присвячено оптимізації розподілу капітальних інвестицій між галузями економіки країни. Виведено формули залежності зростання валового внутрішнього продукту від обсягів інвестицій. На основі моделі «витрати–випуск» запропоновано задачу оптимізації розподілу інвестицій, у якій максимізується валовий внутрішній продукт країни з відкритою економікою за умов, що обсяги інвестицій обмежені. Побудовано метод визначення інвестиційних коефіцієнтів, розраховано оптимальний розподіл інвестицій між галузями економіки України.

Ключові слова: оптимізація, розподіл інвестицій, модель «витрати–випуск», валовий внутрішній продукт, метод.

Optimization of capital investment distribution in the open economy on the basis of the “input–output” model / S.V. Pashko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 76–85.

Abstract. The article is devoted to optimizing the distribution of capital investment between sectors of the economy. The formulas of dependence of gross domestic product growth on the volume of investments are derived. Based on the input-output model, the problem of optimizing the distribution of investments is proposed, which maximizes the gross domestic product of a country with an open economy under limited investments. The method of determining the investment coefficients is constructed, the optimal distribution of investments between branches of the economy of Ukraine is calculated.

Keywords: optimization, investment distribution, input-output model, gross domestic product, method.

УДК 533.6.013.42

Застосування асимптотичних і чисельних методів для визначення меж стійкості розподілених систем у потоці / Ю.І. Калюх, О.Г. Лебідь // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 86–95.

Анотація. На основі асимптотичних та чисельних методів досліджено причини та сукупність параметрів, що спричиняють аеропружні коливання за флатерним типом у розподілених системах (РС). Нестійкість зумовлена спільним впливом трьох чинників: знесенням збурень вздовж РС по потоку, згинальною жорсткістю і впливом інерційної сили, що є розподіленим рухомим вздовж РС навантаженням. Збільшення сили натягу і згинальної жорсткості РС зрушує зону нестійкості у більш високочастотний діапазон коливань. Збільшення відносної щільності потоку і відносної довжини РС розширює область нестійкості. Наявність кута нахилу РС до потоку додає особливостей у баланс сил, що діють на РС, і в формування меж областей стійкості і нестійкості. Однак коректне оцінювання його впливу у розглядуваній моделі неможливе і вимагає більш детального подальшого розгляду. Конфігурація РС у нестійкій області вказує на концентрацію напружень поблизу верхнього її кінця. Отримані результати для малих кутів нахилу РС до потоку узгоджуються з відомими результатами, одержаними іншими авторами.

Ключові слова: хвилі, аеропружність, асимптотичні методи, флатер, безлопатевий вітрогенератор.

Application of asymptotic and numerical methods for determining the stability boundaries of distributed systems in a flow / I. Kaliukh, O. Lebid // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 86–95.

Abstract. The reasons and the set of parameters leading to aeroelastic flutter oscillations in distributed systems (DS) are investigated on the basis of asymptotic and numerical methods. The instability is caused by the combined influence of three factors: the drift of disturbances along the DS along the flow, bending stiffness, and the influence of the inertial force, which is a distributed load moving along the DS. An increase in the tensile force and bending stiffness of the DS shifts the instability to a higher frequency range of vibrations. An increase in the relative flux density and the relative length of the DS expands the region of instability. The presence of the angle of inclination of the DS to the flow introduces peculiarities in the balance of forces acting on the DS, and in the formation of the boundary of the regions of stability and instability. However, it is not possible to correctly assess its influence within the framework of the considered model and requires more detailed further consideration. The configuration of the DS in the unstable region indicates the concentration of stresses near its upper end. The results obtained for small angles of inclination of the DS to the flow agree with the known results of other authors.

Keywords: waves, aeroelasticity, asymptotic methods, flutter, bladeless wind turbine.

УДК 004.82.855'24

Реструктуризація моделі «стан–ймовірність вибору» на основі властивостей добутоків прямокутних стохастичних матриць / Є.В. Івочін, О.В. Олецький // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 96–107.

Анотація. Для аналізу індивідуальної та колективної поведінки агентів запропоновано модель «стан–ймовірність вибору», що ґрунтується на розгляді ймовірностей вибору альтернатив та застосуванні марковського ланцюга зміни цих ймовірностей. Розглядається подальший розвиток напрямку, пов'язаного з моделюванням опису ситуації прийняття рішень, який полягає в явному заданні ймовірностей прийняття рішень на основі моделі «стан–ймовірність вибору» за умови, що ці ймовірності можуть змінюватися з часом. Запропоновано реструктуризацію моделі, яка передбачає декомпозицію та формування кластерів станів, що можна змістовно інтерпретувати. Розглянуто дворівневу систему станів, в якій базові стани відповідають конкретним ймовірностям прийняття рішень, а стани другого рівня — групам станів. Показано, що декомпозиція суттєво послаблює фактор довільності вибору базових станів. Наведено приклад, де виділено декілька груп станів, серед яких особливу увагу приділено поведінці переконаних прихильників певних альтернатив, а також агентам, що вагаються.

Ключові слова: модель «стан–ймовірність вибору», ситуація прийняття рішень, прямокутні стохастичні матриці, динамічна рівновага альтернатив.

Re-structuring of the model “state–probability of choice” based on products of stochastic rectangular matrices / E.V. Ivokhin, O.V. Oletsky // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 96–107.

Abstract. To analyze the individual and collective behavior of agents, a “state–probability of choice” model is proposed, based on considering the probabilities of choosing alternatives and using the Markov chain of changes in these probabilities. Further development of the direction associated with modeling the description

of the decision-making situation is proposed, which consists in explicitly setting the probabilities of decision-making based on the “state–probability of choice” model, provided that these probabilities can change over time. The proposed structuring of the model based on decomposition consists in the formation of the introduction of clusters of states, which can be provided with meaningful interpretation. The paper considers a two-level system of states, in which the base states correspond to specific probabilities of decision-making, and the states of the second level correspond to groups of states. It is shown that decomposition significantly weakens the factor related to the arbitrariness of the choice of base states. An example is given in which several groups of states are clearly distinguished, among which special attention is paid to the behavior of convinced supporters of certain alternatives, as well as to agents who hesitate.

Keywords: model “state–probability of choice,” situation of decision-making, rectangular stochastic matrix, dynamic equilibrium of alternatives.

УДК 519.8

Про деякі асимптотичні властивості розв’язків бігармонічних рівнянь / Ю.І. Харкевич // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 108–117.

Анотація. Розглянуто застосування методів теорії наближення до принципів оптимальності в теорії прийняття рішень. Часто функція ризику в процесі відшукування оптимальних рішень має досить складну структуру для вивчення її властивостей, тому виникає потреба наблизити функцію ризиків до іншої функції з простими та зрозумілими характеристиками. Досліджено асимптотичні властивості розв’язків бігармонічних рівнянь як функцій наближення. Отримано повні асимптотичні розклади верхніх меж відхилень функцій класу Соболєва W (це множина, якій належать функції ризику в процесі оптимізації прийняття рішень) від операторів, що є розв’язками бігармонічних рівнянь із певними крайовими умовами. Отримані розклади дають змогу знаходити константи Колмогорова–Нікольського як заведено високого степеня малості, завдяки чому можна оцінювати похибку наближення під час розв’язування оптимізаційних задач із довільною точністю. Зазначено, що за допомогою бігармонічних рівнянь можна ефективно будувати математичні моделі природничих та соціальних явищ.

Ключові слова: похибка наближення, оптимізаційні властивості функцій, бігармонічні рівняння, повні асимптотичні розклади, класи Соболєва.

On some asymptotic properties of solutions to biharmonic equations / Yu.I. Kharkevych // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 108–117.

Abstract. The author considers the application of the approximation theory methods to the principles of optimality in the decision-making theory. In finding optimal solutions, the risk function often has rather complex structure for studying its properties, which makes it necessary to approximate the risk function to another function with simple and clear characteristics. In this regard, the asymptotic properties of the solutions of biharmonic equations as approximate functions are investigated. Complete asymptotic expansions of the upper limits of deviations of the Sobolev class functions W (the set that the risk functions in decision-making optimization belong to) from operators that are solutions of biharmonic equations with certain boundary conditions are obtained. The expansions allow us to find the Kolmogorov-Nikol'skii constants of arbitrarily high degree of smallness that allows us to estimate the approximation error when solving optimization problems with arbitrary accuracy. It is mentioned that the biharmonic equations can be used to efficiently generate mathematical models of natural and social phenomena.

Keywords: approximation error, optimization properties of functions, biharmonic equations, complete asymptotic expansions, Sobolev classes.

УДК 517.988

Розв’язання інтерполяційної задачі Ерміта у скінченновимірному Евклідовому просторі / О.Ф. Кашпур // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 118–127.

Анотація. Розглянуто інтерполяційну задачу Ерміта в Евклідовому просторі у випадку, коли задано значення функції багатьох змінних та значення її похідних Гато першого порядку у вузлах інтерполяції. Показано, що поставлена задача має єдиний розв’язок мінімальної норми у разі недовизначеності. Одержано умови інваріантної розв’язуваності та єдиності розв’язку задачі.

Ключові слова: інтерполяційний поліном Ерміта, диференціал Гато, Гільбертів простір, Евклідов простір, мінімальна норма.

Solving the Hermite interpolation problem in a finite-dimensional Euclidean space / O.F. Kashpur // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 118–127.

Abstract. We consider the solution of the Hermite interpolation problem in the Euclidean space in the case where the values of the multivariable function and the values of its first-order Gato derivatives at the interpolation nodes are given. The problem is shown to have a unique solution of the minimum norm in the case of under-determinacy. The conditions of invariant solvability and uniqueness of the problem solution are obtained.

Keywords: Hermite interpolation polynomial, Gato differential, Hilbert space, Euclidean space, minimum norm.

УДК 519.21

Про задачу мінімаксної інтерполяції стаціонарних послідовностей / О.Ю. Масютка, М.П. Моклячук // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 128–142.

Анотація. Розглянуто задачу оптимального лінійного оцінювання функціоналів від невідомих значень стохастичної стаціонарної послідовності за спостереженнями послідовності з пропущеними значеннями. Знайдено формули для обчислення значення середньокваратичної похибки та спектральної характеристики оптимальної лінійної оцінки функціоналів за умови спектральної визначеності, коли спектральна щільність послідовності точно відома. У випадку, коли спектральна щільність послідовності точно не відома, а задаються лише деякі класи допустимих спектральних щільностей, застосовано мінімаксно-робастний метод. Знайдено формули для визначення найменш сприятливих спектральних щільностей та мінімаксних спектральних характеристик для оптимального лінійного оцінювання функціоналів для конкретних класів спектральних щільностей.

Ключові слова: стаціонарна послідовність, мінімаксно-робастна оцінка, найменш сприятлива спектральна щільність, мінімаксна спектральна характеристика.

On the problem of minimax interpolation of stationary sequences / O.Yu. Masyutka, M.P. Moklyachuk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 128–142.

Abstract. The problem of the mean-square optimal estimation of the linear functionals that depend on the unknown values of a stochastic stationary sequence from observations of the sequence with missing values is considered. Formulas for calculating the mean-square error and the spectral characteristic of the optimal linear estimate of the functionals are derived under the condition of spectral determinacy, where the spectral density of the sequence is exactly known. The minimax (robust) method of estimation is applied in the case where the spectral density of the sequence is not known exactly while some sets of admissible spectral densities are given. Formulas that determine the least favourable spectral densities and the minimax spectral characteristics are derived for some special sets of feasible densities.

Keywords: stationary sequence, minimax-robust estimate, least favourable spectral density, minimax spectral characteristic.

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ

SOFTWARE–HARDWARE SYSTEMS

УДК 004.912

Обґрунтування використання статистики каппа коена в експериментальних дослідженнях NLP та Text Mining / А.С. Колесник, Н.Ф. Хайрова // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 143–153.

Анотація. Виконано порівняння сучасних метрик оцінювання узгодженості (agreement coefficients) між результатами експериментів і експертною думкою та оцінено можливість використання цих метрик під час проведення експериментальних досліджень у галузі автоматичного оброблення текстів методами машинного навчання. Обґрунтовано вибір коефіцієнта каппа Коена як міри оцінювання узгодженості думок експертів у задачах NLP та Text Mining. Наведено приклад застосування коефіцієнта каппа Коена для оцінювання рівня узгодженості між думкою експерта і результатами ML класифікації та міри узгодженості думок експертів у випадку вирівнювання речень казахсько-російського паралельного корпусу. На підставі наведеного аналізу доведено, що завдяки зручності у використанні, простоті обчислення та високій точності результатів коефіцієнт каппа Коена є одним з найкращих статистичних методів визначення рівня узгодженості в експериментальних дослідженнях текстів.

Ключові слова: Text Mining, NLP, статистика каппа Коена, коефіцієнт узгодженості, класифікація текстів методами машинного навчання, паралельний корпус.

Justification for the use of Cohen's kappa statistic in experimental studies of NLP and Text Mining / A.S. Kolesnyk, N.F. Khairova // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 143–153.

Abstract. Comparison of modern metrics for evaluating the agreement coefficients between the experimental results and expert opinion is made, and the possibility of using these metrics during experimental research in the field of automatic text processing using machine learning methods is estimated. The choice of Cohen's kappa coefficient as a measure of expert opinion agreement in the tasks of NLP and Text Mining is justified. An example of using Cohen's kappa coefficient for evaluating the level of agreement between the thought of an expert and the results of ML classification and measure of agreement of expert opinions in the alignment of sentences of the Kazakh–Russian parallel corpus is given. On the basis of this analysis, it is proved that the Cohen's kappa coefficient is one of the best statistical methods for determining the level of agreement in experimental studies due to its ease of use, simplicity of calculation and high accuracy of the results.

Keywords: Text Mining, NLP, Cohen's kappa statistic, agreement statistic, text classification with machine learning, parallel corpus.

УДК 004.05, 004.4[2+9], 004.94, 519.7

Інсерційна семантика VHDL-мови електронного дизайну / О.О. Летичевський, О.М. Одарушченко, В.С. Песчаненко, В.С. Харченко, В.В. Москалець // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 154–165.

Анотація. Досліджено проблему інсерційної семантики специфікацій апаратного забезпечення, зокрема мови VHDL. Побудова семантики потрібна для представлення первинного коду мови VHDL у вигляді інсерційної моделі за допомогою алгебри поведінок. Це представлення дає змогу широко застосовувати формальні методи інсерційного моделювання для верифікації електронних проєктів критичних систем. У статті розглянуто основні конструкції мови VHDL, зокрема процес, архітектуру, паралельні оператори, та їхню інсерційну семантику. У вигляді поведінкових рівнянь побудовано потік керування VHDL-програми. Послідовні оператори представлено як дії алгебри поведінок. Розглянуто проблему перегонів сигналів та методів її виявлення через визначення властивості переставності (permutability).

Ключові слова: мови дизайну апаратного забезпечення, перегони сигналів, переставність, символічне моделювання, алгебра поведінок, інсерційні моделі, системи, що є критичними до безпеки.

Insertion semantics of VHDL as electronic design language / O.O. Letychevskiy, O.M. Odarushchenko, V.S. Peschanenko, V.S. Kharchenko, V.V. Moskalets // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 154–165.

Abstract. The paper considers the problem of insertion semantics of hardware specifications, in particular the VHDL language. The creation of semantics is necessary to represent the primary code of the VHDL language in the form of an insertion model using algebra of behaviors. This presentation allows the widespread use of formal methods of insertion modeling to verify electronic designs of safety critical systems. The main constructions of VHDL language and their insertion semantics such as process, architecture, parallel operators are considered. The control flow of the VHDL program is built in the form of behavioral equations. Consecutive operators are represented as actions of behavior algebra. The problem of signal races and methods of its detection through detection of permutability properties is considered.

Keywords: Hardware Description Language, signal races, permutability, symbolic modeling, behavior algebra, insertion model, safety critical system.

УДК 517.983.54; 519.67; 539.122

Методи регуляризації некоректно поставлених задач квантової оптики / В.М. Старков // Кібернетика та системний аналіз. 2022. Том 58, № 2. С. 166–177.

Анотація. На прикладі конкретної фізичної задачі редукції шуму, зумовленого втратами, темновими відліками і фоновим випромінюванням, у статистиці фотовідліків квантового світла наведено короткий виклад методів регуляризації некоректних задач. Математичне формулювання задачі представлено операторним рівнянням першого роду. Показано, що оператор породжений матрицею з елементами рахункової множини. Зазначено, що некоректність за Адамаром реконструкції статистики кількості фотонів квантового світла спричинена компактністю оператора математичної моделі. Підкреслено, що проблему стійкого наближення до точного розв'язку операторного рівняння для неточно заданих початкових даних можна розв'язати одним з найбільш відомих методів регуляризації, теоретичні основи якого були закладені в роботах А.М. Тихонова. Розглянуто важливий клас регуляризаторів, який ґрунтується на параметричній системі функцій, що називається породжувальною. Підтверджено, що регуляризатори цього класу дають змогу досягти оптимального порядку точності для рівнянь з витокоуваними розв'язками.

Ключові слова: некоректна задача, квантова оптика, оператор, регуляризація, алгоритм, фотон.

Regularization methods for ill-posed problems of quantum optics / V.N. Starkov // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 166–177.

Abstract. On the example of a specific physical problem of reduction of noise caused by losses, dark counts, and background radiation, a summary of methods for regularizing ill-posed problems is given in the statistics of photocounts of quantum light. The mathematical formulation of the problem is represented by an operator equation of the first kind. It is shown that the operator is generated by a matrix with elements of a countable set. It is noted that the incorrectness of the Hadamard reconstruction of the statistics of the number of photons of quantum light is due to the compactness of the operator of the mathematical model. It is emphasized that the problem of stable approximation to the exact solution of the operator equation with inaccurate initial data can be solved by one of the most well known regularization methods whose theoretical foundation was laid by A.N. Tikhonov. An important class of regularizers based on a parametric system of functions, called generating functions, is considered. It is confirmed that regularizers of this class allow one to achieve the optimal order of accuracy for equations with source-representable solutions.

Keywords: ill-posed problem, quantum optics, operator, regularization, algorithm, photon.

Анотація. Стаття присвячена новому застосуванню теоретико-числових перетворень. Подання систем числення цими перетвореннями дає змогу створити принципово нові і ефективні алгоритми факторизації чисел, обчислення періоду показникової функції та дискретного логарифма. Алгоритм факторизації дозволяє за один прохід розкласти будь-який скінченний добуток на множники, він є точним тестом простоти чисел. Цей алгоритм ґрунтується на поданні систем числення теоретико-числовим перетворенням і не має аналогів, оскільки використовує тільки прості арифметичні дії. Властивості простоти чисел або інші властивості чисел не застосовуються. Отже, факторизація чисел, обчислення періоду показникової функції та дискретного логарифма є арифметичними операціями, що виконуються за скінченний час і належать до Р-класу складності.

Ключові слова: множина, грані множини, алгебра, кільце лишків, модуль, аксіоматика цілих чисел, теоретико-числове перетворення, система числення, основа системи числення, факторизація, арифметична операція, період показникової функції, дискретний логарифм.

Number-theoretical methods for factorization of composite numbers and calculation of the discrete logarithm / M.V. Semotiuk // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2022. Vol. 58, N 2. P. 178–188.

Abstract. The article is devoted to a new application of number-theoretic transformations. Representation of number systems by these transformations allows creating fundamentally new and efficient algorithms for factorizing numbers, calculating the period of the exponential function and the discrete logarithm. The factorization algorithm allows you to decompose any finite product into factors in one pass, and is also an exact test of the simplicity of numbers. Based on the representation of number systems by number-theoretic transformation, these algorithms have no analogs in the world, since they only use simple arithmetic operations. Information about the simplicity of numbers or other properties of numbers is not applied; therefore, factorization of numbers, calculations of the period of the exponential function and of the discrete logarithm are simply arithmetic operations, are performed in finite time, and belong to the P-class of complexity.

Keywords: set, faces of a set, algebra, residue ring, modulus, axiomatics of integers, number-theoretic transformation, number system, radix, factorization, arithmetic operation, exponential function period, discrete logarithm.
