

КІБЕРНЕТИКА

CYBERNETICS

УДК 004.89

Вплив мови на тривалість життя популяцій штучного інтелекту / А.В. Анісімов, О.О. Марченко, В.Р. Землянський // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 3–11.

Анотація. Наведено еволюційну модель штучного інтелекту, призначену для проєктування і розроблення інтелектуальних систем. Ключовим базовим елементом запропонованої моделі є ALF — інтелектуальний агент зі здібностями до самонавчання, комунікації, спільних дій і самоорганізації серед подібних агентів. В основу ALF-агентів закладено еволюційні принципи. Досліджено фактор впливу ускладнення природної мови як основного засобу комунікації ALF-агентів на показники тривалості їхнього життя.

Ключові слова: штучний інтелект, мультиагентні системи, оброблення природної мови.

The influence of language on the lifespan of populations of artificial intelligence / A.V. Anisimov, A.A. Marchenko, V.R. Zemlianskyi // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 3–11.

Abstract. The article describes an evolutionary model for artificial intelligence construction, designed for the development of intelligent systems. The key element of the proposed model is a so-called ALF, which is an intellectual agent with the ability for learning, communication, to joint action and self-organization among other agents. The development of ALF agents is based on evolutionary principles. In the article, we analyze the influence of complication of natural language as the main means of communication among ALF agents on their lifespan.

Keywords: artificial intelligence, multi-agent systems, natural language processing.

УДК 519.713.1

Перетин $-\omega$ -регулярних виразів / А.М. Чеботарьов // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 12–21.

Анотація. Запропоновано метод побудови $-\omega$ -регулярного виразу, що задає перетин множин $-\omega$ -слів, поданих у вигляді $-\omega$ -регулярних виразів R_1 і R_2 . Така побудова здійснюється без переходу до ω -автоматів, тобто безпосереднім перетворенням виразу $R = R_1 \cap R_2$. Процес побудови $-\omega$ -регулярного виразу, що задає перетин $R_1 \cap R_2$, подано у вигляді дерева перетинів, вершини якого відповідають перетинам простих $-\omega$ -регулярних виразів, отриманих під час перетворення перетину $R_1 \cap R_2$. Побудоване дерево перетинів визначає систему лінійних рівнянь зі змінними, значеннями яких є множини $-\omega$ -слів. Одна з цих змінних R відповідає множині $-\omega$ -слів, що задається перетином $R_1 \cap R_2$, тобто вираз, який задає перетин $-\omega$ -регулярних виразів R_1 і R_2 , є значенням змінної R у розв'язку цієї системи лінійних рівнянь.

Ключові слова: зворотне надслово, $-\omega$ -регулярний вираз, простий $-\omega$ -регулярний вираз, $-\omega$ -розгортка, $*$ -розгортка, дерево перетинів.

Intersection of $-\omega$ -regular expressions / A.N. Chebotarev // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 12–21.

Abstract. A method is proposed for constructing the $-\omega$ -regular expression that defines the intersection of sets of $-\omega$ -words represented by $-\omega$ -regular expressions R_1 and R_2 . Such constructing is carried out without passing to ω -automata, that is by direct transformation of the expression $R = R_1 \cap R_2$. The process of constructing $-\omega$ -regular expression defining the intersection $R_1 \cap R_2$ is represented in the form of an intersection tree, whose vertices correspond to intersections of simple $-\omega$ -regular expressions obtained during the transformation of the intersection $R_1 \cap R_2$. A tree constructed in this way defines a linear equation system with variables whose values are sets of $-\omega$ -words. One of these variables R corresponds to the set of $-\omega$ -words defined by $R_1 \cap R_2$. The $-\omega$ -regular expression defining the intersection $R_1 \cap R_2$ is the value of the variable R in the solution for this linear equation system.

Keywords: left-infinite word ($-\omega$ -word), $-\omega$ -regular expression, simple $-\omega$ -regular expression, $\#$ -expansion, $*$ -expansion, intersection tree.

УДК 004.274

Оптимізація схеми композиційного мікропрограмного пристрою керування з розділенням кодів / О.О. Баркалов, Л.О. Тігаренко, А.В. Басв, О.В. Матвієнко // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 22–34.

Анотація. Запропоновано метод зменшення кількості елементів LUT у схемі композиційного мікропрограмного пристрою керування (КМПК) з розділенням кодів. Метод ґрунтується на подвійному кодуванні операторних лінійних ланцюгів. Кожний ланцюг має код як елемент загальної множини ОЛЛ і як елемент класу цієї множини. Такий підхід дає змогу отримати дворівневу схему адресації мікрокоманд. Керувальну пам'ять КМПК реалізовано на вбудованих блоках пам'яті ЕМВ. Розглянуто приклад синтезу і наведено аналіз запропонованого методу.

Ключові слова: композиційний мікропрограмний пристрій керування, LUT, ЕМВ, розділення кодів.

Optimization of CMCU with code sharing / A.A. Barkalov, L.A. Titarenko, A.V. Baiev, A.V. Matviienko
// Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 22–34.

Abstract. The article proposes a method for reducing the number of LUT elements in the circuit of a compositional microprogram control unit (CMCU) with code sharing. The method is based on two-fold encoding of operator linear chains (OLC). Each chain has a code as an element of the OLC set and as a class element of this set. This approach allows obtaining a two-level microinstruction addressing circuit. The control memory of the CMCU is implemented on the embedded memory blocks. The article considers an example of synthesis and provides an analysis of the proposed method.

Keywords: compositional microprogram control unit, LUT, EMB, code sharing.

УДК 519.14+519.17

Знаковий інформаційний простір та «золоте» число / Н.К. Тимофієва // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 35–42.

Анотація. Описано знаковий інформаційний простір, для якого виконуються аксіоми знакового комбінаторного простору та який існує у двох станах — згорнутому та розгорнутому. Згорнутий простір задають інформаційним знаком, який містить усі властивості розгорнутого простору. Впорядкований комбінаторний простір характеризується тим, що під час його розгортання утворюються комбінаторні числа (числа Фібоначчі), через які в живій природі проявляється «золоте» число. Воно властиве і впорядкованому інформаційному простору, завдяки якому проявляється гармонія мислення, а хаос зводиться до мінімуму.

Ключові слова: знаковий інформаційний простір, комбінаторна конфігурація, сполучення, розміщення з повтореннями, числа Фібоначчі, «золоте» число.

Sign information space and “gold” number / N.K. Timofeeva // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 35–42.

Abstract. The article describes a sign information space for which axioms of a sign combinatorial space are fulfilled and which exists in two states: collapsed and expanded. Collapsed space is given by an information sign that contains all the properties of the expanded space. Ordered combinatorial space is characterized by the fact that upon its deployment, combinatorial numbers (Fibonacci numbers) are formed, through which a “gold” number is manifested in wildlife. This number is also inherent in ordered information space, through which the harmony of thinking is manifested, and chaos is minimized.

Keywords: sign information space, combinatorial configuration, combination, placement with repetitions, Fibonacci numbers, “gold” number.

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

SYSTEMS ANALYSIS

Про великі відхилення емпіричних оцінок в задачі стохастичного програмування для однорідного випадкового поля з дискретним параметром / П.С. Кнопов Є.Й., Касіцька // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 43–53.

Анотація. Досліджено задачу стохастичної оптимізації, де випадковим чинником є однорідне у вузькому розумінні випадкове поле з дискретним параметром, що задовольняє умову сильного перемішування. Первісна функція критерію замінюється на емпіричну, побудовану за спостереженнями поля. Згідно з результатами з функціонального аналізу та теорії великих відхилень визначено великі відхилення емпіричних оцінок.

Ключові слова: задача стохастичної оптимізації, однорідне у вузькому розумінні випадкове поле з дискретним параметром, умова сильного перемішування, принцип великих відхилень.

On large deviations of empirical estimates in a stochastic programming problem for a homogeneous random field with a discrete parameter / P.S. Knopov, E.J. Kasitskaya // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 43–53.

Abstract. The authors analyze a stochastic optimization problem where a random factor is a homogeneous, in a strict sense, random field with a discrete parameter satisfying a strong mixing condition. The first criterion function is approximated by empirical one constructed on observations of the field. Large deviations of the empirical estimates are considered using the results from functional analysis and large deviations theory.

Keywords: stochastic optimization problem, a homogeneous in a strict sense random field with a discrete parameter, strong mixing condition, large deviations principle.

Анотація. У статті відмічено подібність між стохастичним оптимальним керуванням дискретними динамічними системами та навчанням багатoshарових нейронних мереж. Роботу зосереджено на дослідженні сучасних глибоких мереж з неопуклими негладкими функціями втрат та активації. Проблеми машинного навчання розглянуто як неопуклі негладкі задачі стохастичної оптимізації. Як модель негладких неопуклих залежностей використано так звані узагальнено диференційовні функції. Метод зворотного обчислення стохастичних узагальнених градієнтів функціоналу якості навчання для таких систем обґрунтовано на основі формалізму Гамільтона–Понтрягіна. Стохастичні узагальнені алгоритми градієнтного навчання поширено для навчання неопуклих негладких нейронних мереж. Ефективність стохастичного узагальненого градієнтного алгоритму проілюстровано прикладом лінійної багатокласової класифікаційної задачі.

Ключові слова: машинне навчання, глибоке навчання, багатoshарові нейронні мережі, негладка неопукла оптимізація, стохастична оптимізація, стохастичний узагальнений градієнт.

Stochastic generalized gradient methods for training nonconvex nonsmooth neural networks / V.I. Norkin // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 54–71.

Abstract. The paper observes a similarity between the stochastic optimal control of discrete dynamical systems and the learning multilayer neural networks. It focuses on contemporary deep networks with nonconvex nonsmooth loss and activation functions. The machine learning problems are treated as nonconvex nonsmooth stochastic optimization problems. As a model of nonsmooth nonconvex dependences, the so-called generalized-differentiable functions are used. The backpropagation method for calculating stochastic generalized gradients of the learning quality functional for such systems is substantiated basing on Hamilton–Pontryagin formalism. Stochastic generalized gradient learning algorithms are extended for training nonconvex nonsmooth neural networks. The performance of a stochastic generalized gradient algorithm is illustrated by the linear multiclass classification problem.

Keywords: machine learning, deep learning, multilayer neural networks, nonsmooth nonconvex optimization, stochastic optimization, stochastic generalized gradient.

УДК 519.21

Використання прихованих марковських моделей в оцінюванні параметрів ієрархічних систем / О.А. Война // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 72–83.

Анотація. Розглянуто метод параметричного оцінювання для ієрархічних стохастичних моделей в умовах неповних спостережень. Метод ґрунтується на використанні особливостей кореляційної структури ієрархічних моделей. Головну увагу приділено практичній реалізації методу. Запропоновано, зокрема, підхід, що передбачає поєднання аналітичних досліджень з емпіричною верифікацією отриманих розв'язків. Наведено конкретні приклади побудови спроможних оцінок векторних параметрів функції деформації з безпосередніми розрахунками на числових даних імітаційної моделі.

Ключові слова: прихована марковська модель, система масового обслуговування, статистичне оцінювання, функція деформації.

Using hidden markov models in estimating the parameters of hierarchical systems / O.A. Voina // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 72–83.

Abstract. The method of parametric estimation for hierarchical stochastic models under incomplete observations is considered. The method is based on the features of the correlation structure of hierarchical models. The main attention is paid to the practical implementation of the method. In particular, an approach is proposed that combines analytical studies and empirical verification of the solutions. Specific examples of constructing consistent estimates of the vector parameters of the deformation function are provided and illustrated by direct calculations with numerical data of the simulation model.

Keywords: hidden Markov model, queuing system, statistical estimation, the deformation function.

УДК 519.6

Математичне моделювання квадратично нелінійних просторово розподілених систем. І. Випадок дискретно визначених початково-крайових зовнішньодинамічних збурень / В.А. Стоян // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 84–97.

Анотація. Виконано дослідження двох класів нелінійних просторово розподілених динамічних систем, дискретно спостережуваних за гранично-початковими та просторово розподіленими зовнішньодинамічними збуреннями. Для кожної з них побудовано аналітичні залежності функції стану, яка за середньоквадратичним критерієм узгоджується з наявною інформацією про зовнішньодинамічні умови їхнього функціонування. Розв'язок початково-крайових задач для розглядуваних систем визначається через множини векторів, які за середньоквадратичним критерієм моделюють задану початково-крайову обстановку, включно з просторово розподіленими зовнішньодинамічними збуреннями. Наведено умови точності й однозначності отриманих математичних результатів. Розглянуто випадки необмежених просторових областей та усталеної динаміки систем.

Ключові слова: псевдорозв'язки, математичне моделювання динамічних систем, просторово розподілені динамічні системи, системи з невизначеностями, некоректні початково-крайові задачі.

Mathematical modeling of quadratically nonlinear spatially distributed systems. I. The case of discrete definite initial-boundary external-dynamic disturbances / V.A. Stoyan // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 84–97.

Abstract. Two classes of nonlinear spatially distributed dynamic systems discretely observed according to the initial-boundary and spatially distributed external-dynamic disturbances are analyzed. For each of them, analytical dependences are constructed for the state function, which agrees, according to the root-mean square criterion, with the available information on external-dynamic conditions of their operation. Solution of the initial-boundary-value problems for the systems under study is defined in terms of a set of vectors, which, according to the root-mean square criterion, model the given initial-boundary environment, including the spatially distributed external-dynamic disturbances. Conditions of the accuracy and uniqueness of the obtained mathematical results are presented. The cases of unrestricted spatial domains and systems' stable dynamics are considered.

Keywords: pseudo-solutions, mathematical modeling of dynamical systems, spatially distributed dynamical systems, systems with non-definitions, incorrect initial-boundary problems.

УДК 519.6

Аналіз результатів обчислювального експерименту відновлення розривних функцій двох змінних за допомогою проєкцій. I / О.М. Литвин, О.Г. Литвин // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 98–107.

Анотація. Наведено основні твердження методу наближення розривних функцій двох змінних, що описують зображення поверхні 2D тіла або зображення внутрішньої структури 3D тіла в деякій площині, за допомогою проєкцій, які надходять з комп'ютерного томографа. Метод базується на використанні спеціально сконструйованих розривних сплайнів двох змінних і скінченних сум Фур'є, коефіцієнти Фур'є у яких знаходяться за допомогою проєкційних даних. Різниця між наближуваною функцією і зазначеним розривним сплайном є неперервною функцією і може наближуватися скінченими сумами Фур'є без явища Гіббса. Згідно з експериментальними даними наближувана функція матиме розриви першого роду на заданій системі вкладених один в одного кругів та еліпсів. Аналіз результатів обчислень підтвердив теоретичні твердження роботи. Запропонований метод дає змогу отримувати задану точність наближення за меншою кількістю проєкцій, тобто за меншим опромінюванням.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, розривна функція, розривний сплайн, сума Фур'є.

Analysis of the results of a computational experiment to restore the discontinuous functions of two variables using projections. I / O.M. Lytvyn, O.G. Lytvyn // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 98–107.

Abstract. The authors provide the main statements of the method of approximation of discontinuous functions of two variables that describe an image of the surface of a 2D-body or an image of the internal structure of a 3D-body in a certain plane, using the projections from a computer tomograph. The method is based on specially designed discontinuous two-variable splines and finite Fourier sums whose Fourier coefficients can be found using the projection data. The difference between the function being approximated and the specified discontinuous spline is a continuous function and can be approximated by finite Fourier sums without the Gibbs phenomenon. In the computational experiment, it was assumed that the approximated function has discontinuities of the first kind on a given system of circles and ellipses nested into each other. Analysis of the calculation results confirmed the theoretical statements of the study. The proposed method makes it possible to obtain a prescribed approximation accuracy with a smaller number of projections, that is, with less irradiation.

Keywords: computer tomography, discontinuous function, discontinuous spline, sum Fourier.

УДК 519.21

Про існування розв'язку задачі Коші для нелінійного стохастичного диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу в частинних похідних / В.К. Ясинський, І.В. Юрченко // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 108–119.

Анотація. Розглянуто питання існування розв'язку задачі Коші в класі нелінійних стохастичних диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу в частинних похідних з урахуванням випадкових зовнішніх збурень, незалежних від Вінерового процесу. Одержано достатні умови на коефіцієнти нелінійного стохастичного диференціально-різницевого рівняння нейтрального типу, які гарантують існування з імовірністю одиниця його розв'язку.

Ключові слова: стохастичні диференціальні рівняння нейтрального типу в частинних похідних, існування розв'язку з імовірністю одиниця, задача Коші.

On existence of solution of the cauchy problem for nonlinear stochastic partial differential-difference equations of neutral type / V.K. Yasynskyy, I.V. Yurchenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 108–119.

Abstract. The authors consider the existence of the solution of the Cauchy problem in the class of nonlinear stochastic partial differential-difference equations of neutral type, with regard for random external perturbations independent of the Wiener process. Sufficient conditions are obtained for the coefficients of the nonlinear stochastic differential-difference equations of neutral type that guarantee the existence of the solution with probability one.

Keywords: stochastic partial differential equations of neutral type, existence of the solution with probability one, Cauchy problem.

УДК 517.977

До розв'язання проблеми зближення керованих об'єктів в ігрових задачах динаміки / Й.С. Раппопорт // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 120–131.

Анотація. Розглянуто проблему гарантованого результату в ігрових задачах зближення керованих об'єктів. Запропоновано метод розв'язування таких задач, пов'язаний з побудовою деяких скалярних функцій, що якісно характеризують хід зближення керованих об'єктів та ефективність ухвалених рішень. Такі функції називають розв'язувальними. На відміну від основної схеми згаданого методу розглянуто випадок, коли класична умова Понтрягіна не має місця. Замість селектора Понтрягіна, якого не існує, розглядаються деякі функції зсуву і з їхньою допомогою вводяться спеціальні багатозначні відображення. Вони породжують верхні і нижні розв'язувальні функції, за допомогою яких формують достатні умови завершення гри за деякий гарантований час. Наведено ілюстративний приклад зближення керованих об'єктів з простим рухом з метою отримати в явному вигляді верхні і нижні розв'язувальні функції, що дають змогу дійти висновку про можливість закінчення гри в разі, коли умова Понтрягіна не має місця.

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

To solving the problem of approach of controlled objects in dynamic game problems / I.S. Rappoport // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 120–131.

Abstract. The problem of a guaranteed result in game problems of approach of controlled objects is considered. A method for solving such problems is proposed. It involves constructing some scalar functions that qualitatively characterize the course of approach of controlled objects and the efficiency of the decisions made. Such functions are called resolving functions. In contrast to the main scheme of the method, the case is considered where the classical Pontryagin condition does not hold. In this situation, instead of the Pontryagin selector, which does not exist, some shift functions are considered and with their help special multivalued mappings are introduced. They generate upper and lower resolving functions, which are used to formulate the sufficient conditions for the game completion in a certain guaranteed time. An example is given to illustrate the approach of controlled objects with a simple motion, in order to obtain upper and lower resolving functions in explicit form, which allows making a conclusion about the possibility of ending the game when the Pontryagin condition does not hold.

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

УДК 519.837

Диференціально-різницеві ігри зближення з декількома запізнюваннями / Л.В. Барановська // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 132–142.

Анотація. Розглянуто диференціально-різницеві ігри зближення з декількома запізнюваннями. Розроблено схеми методу розв'язувальних функцій та першого прямого методу Понтрягіна. Одержано достатні умови завершення гри. Вперше в таких іграх для систем з комутативними матрицями та систем з чистим запізнюванням використовуються зручні для чисельної реалізації нові представлення формули Коші.

Ключові слова: конфліктно-керований процес, диференціальні ігри, диференціально-різницеві ігри, метод розв'язувальних функцій, перший прямий метод Понтрягіна.

Differential-difference games of approach with multiple delays / L.V. Baranovska // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 132–142.

Abstract. Differential-difference games of approach with multiple delays are considered. The schemes of the method of resolving functions and of the first direct Pontryagin's method are developed. Sufficient conditions for the game completion are obtained. For the first time in these games, new Cauchy formulas convenient for numerical implementation are used for systems with permutation matrices and systems with pure delay.

Keywords: conflict-controlled process, differential games, differential-difference games, resolving function method, Pontryagin's first direct method.

УДК 004.056

Документація у стандарті ISO/IEC 27701 / О.М. Фаль // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 143–149.

Анотація. Запропоновано набір можливих документів, які організація повинна розробити і продемонструвати під час проведення процесу сертифікації її системи менеджменту інформаційного прайвесі на відповідність міжнародному стандарту ISO/IEC 27701: 2019 «Методи захисту. Розширення ISO/IEC 27001 та 27002 для менеджменту інформаційного прайвесі. Вимоги та настанови».

Ключові слова: документація, інформаційна безпека, прайвесі, сертифікація, система менеджменту, стандарт.

Documentation in ISO/IEC 27701 standard / O.M. Fal' // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 143–149.

Abstract. The author proposes a set of possible documents that an organization must develop and demonstrate during the certification of its information privacy management system for compliance with the international standard ISO/IEC 27701: 2019 “Security techniques. Extension to ISO/IEC 27001 and 27002 for privacy information management – Requirements and guidelines.”

Keywords: certification, documentation, information security, management system, privacy, standard.

УДК 517.988

Інтерполяційний поліном Ерміта–Біркгофа мінімальної норми в Гільбертовому просторі / О.Ф. Кашпур // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 150–155.

Анотація. Розглянуто інтерполяційну задачу Ерміта–Біркгофа для нелінійного оператора в Гільбертовому просторі. Для поставленої задачі доведено теорему про інтерполяційний поліном мінімальної норми, породженої скалярним добутком із Гаусовою мірою. Показано, що цей інтерполант є єдиним.

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

Hermite–Birkhoff interpolation polynomial of minimum norm in Hilbert space / O.F. Kashpur // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 150–155.

Abstract. The Hermite–Birkhoff interpolation problem for a nonlinear operator in the Hilbert space is considered. For this problem, the theorem on the interpolation polynomial of minimum norm generated by a scalar product with a Gaussian measure is proved. It is shown that such interpolant is unique.

Keywords: Hermit–Birkhoff interpolation polynomial, Gato differential, Hilbert space, minimum norm.

УДК 519.83

Рівновага неша в особливому випадку симетричних ігор видобутку ресурсів / І.В. Силенко // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 156–167.

Анотація. Наведено нові результати щодо існування рівноваги Неша в іграх видобутку ресурсів з довільною кількістю агентів. У побудованій моделі вподобання гравців є ідентичними, функція корисності має степеневий вигляд, послідовність станів зі спільних інвестицій учасників формується геометричним випадковим блуканням. Застосовано ітеративний метод побудови нерандомізованої стаціонарної рівноваги Неша у грі з нескінченним горизонтом. Доведено належність положення рівноваги до множини неоптимальних за Парето стратегій.

Ключові слова: стохастичні ігри, видобуток ресурсів, накопичення капіталу, стаціонарна рівновага Неша, степенева функція корисності, геометричне випадкове блукання.

Nash equilibrium in a special case of symmetric resource extraction games / I. Sylenko // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 156–167.

Abstract. The study complements available results on the existence of Nash equilibrium in resource extraction games with an arbitrary number of agents. In the proposed model, it is assumed that the players have identical preferences, the utility function is a power function, and the sequence of states from the joint investments is determined via geometric random walk. An iterative method is used for constructing a nonrandomized stationary Nash equilibrium in the infinite horizon game. It is shown that the equilibrium belongs to the set of Pareto inefficient strategies.

Keywords: stochastic games, resource extraction, capital accumulation, stationary Nash equilibrium, power utility function, geometric random walk.

УДК 004.421.6

Алгоритм поповнення в алгебрах множин / М.С. Львов, Ю.Г. Тарасіч // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 168–174.

Анотація. Описано алгоритм, який за аналогією з алгоритмами Бухбергера і Кнута–Бендикса можна назвати алгоритмом поповнення. Наведено конкретні реалізації теоретичної конструкції (абстрактної системи редукцій) в алгебрах скінчених, числових, лінійних напівалгебраїчних множин та алгебри мультимножин. Розглянуто задачу елементарної теорії чисел, яка може бути інтерпретована як задача алгебри мультимножин. Основна мета роботи — привернути увагу до простих прикладів застосування алгоритму поповнення.

Ключові слова: алгоритм поповнення, конструктивна алгебра множин, стандартний базис.

The replenishment algorithm in algebra of sets / Michael Lvov, Yuliia Tarasich // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 168–174.

Abstract. The algorithm, which, by analogy with the Buchberger and Knuth-Bendix algorithms, can be called the replenishment algorithm, is described. Specific implementations of the theoretical construction (abstract reduction system) in algebras of finite, numerical, linear semi-algebraic sets and in the algebra of multisets are described. The problem of elementary number theory, which can be interpreted as a problem of multiset algebra, is considered. The main purpose of this study is to draw attention to simple examples of application of the replenishment algorithm.

Keywords: replenishment algorithm, critical pair, constructive algebras, algebra of sets, algebra of multisets, standard basis.

УДК 681.391, 519.72

Дискретне косинус-синусне перетворення типу VII та швидкі цілочислові перетворення для intra-прогнозування зображень і відеокодування / Л.О. Гнатів // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 175–185.

Анотація. Запропоновано матричний метод побудови дискретного косинус-синусного перетворення типу VII порядку N, на основі якого побудовано два цілочислові косинус-синусні перетворення типу VII порядку 8 і розроблено алгоритми їхнього швидкого обчислення, які потребують тільки цілочислових операцій. Алгоритми мають низьку мультиплікативну складність, яка в 7 і 10.5 раза менша, і потребують відповідно на 23.3 % і 44.2 % менше операцій додавання порівняно з відомим алгоритмом дискретного синусного перетворення типу VII. Перетворення мають більш високі характеристики ефективності кодування за якістю і ступенем стиснення порівняно з відомими синусними перетвореннями. Розроблено алгоритми швидкого обчислення 2D-роздільних направлений цілочислових косинусного і косинус-синусних типу VII адаптивних перетворень для intra-прогнозування з блоками яскравості 8x8. Алгоритми мають низьку мультиплікативну складність, яка в 6.6 і 16.5 раза менша порівняно з відомими алгоритмами.

Ключові слова: дискретне косинусне перетворення, дискретне синусне перетворення, дискретне косинус-синусне перетворення, цілочислове косинусне перетворення, цілочислове синусне перетворення, цілочислове косинус-синусне перетворення, масштабоване перетворення, роздільне направлене адаптивне перетворення, факторизація, мультиплікативна складність, intra-прогнозування, відеокодування, H.265.

Discrete cosine-sine transform type VII and fast integer transforms for intra-prediction images and video coding / L.O. Hnativ // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 175–185.

Abstract. The author proposes a matrix method for constructing order N discrete cosine-sine transform type VII. Based on the method, two order-8 integer cosine-sine transforms type VII are constructed and algorithms for fast computing of these transforms are developed, which require only integer operations. These algorithms are of low computational complexity and their multiplicative complexity is 7 and 10.5 times less and require 23.3% and 44.2% less addition operations, respectively, as compared to the well-known algorithm of the discrete sine transform type VII. These transforms have higher coding gain performance for quality and compression ratio as compared to the well-known sine transforms. Algorithms for fast computing of 2D separable directional integer cosine and cosine-sine type VII adaptive transforms for intra-prediction with 8x8 chroma blocks are developed. These algorithms have low multiplicative complexity, which is 6.6 and 16.5 times less than that in the well-known algorithms.

Keywords: discrete cosine transform, discrete sine transform, discrete cosine sine transform, integer cosine transform, integer sine transform, integer cosine sine transform, scaled transform, separable directional adaptive transform, factorization, multiplicative complexity, intra prediction, video coding, H.265.

УДК 534.78, 621.391.266

Метод завадостійкого оцінювання параметрів авторегресивної моделі в частотній області / В.К. Задірака, В.Ю. Семенов, Є.В. Семенова // Кібернетика та системний аналіз. 2021. Том 57, № 5. С. 186–192.

Анотація. Розглянуто задачу оцінювання параметрів авторегресивного сигналу за наявності фонових шумів. На основі частотного представлення такого сигналу показано методику обчислення функціоналу правдоподібності авторегресивних параметрів, а також розглянуто реалізацію методу Expectation-Maximization для їхнього ітеративного оцінювання. Аналіз різних мір спотворення мовленнєвих сигналів показав, що запропоновані підходи у частотній області мають однакову точність із відповідними підходами у часовій області, але характеризуються істотно меншими обчислювальними витратами.

Ключові слова: авторегресивна модель, функція правдоподібності, метод Expectation-Maximization, швидке перетворення Фур'є.

Method of noise-robust estimation of parameters of autoregressive model in frequency domain / V.K. Zadiraka, V.Yu. Semenov, Ye.V. Semenova // Kibernetika ta Systemnyi Analiz. 2021. Vol. 57, N 5. P. 186–192.

Abstract. The article considers the problem of estimating the parameters of the autoregressive (AR) signal in the presence of background noise. Based on the frequency representation of the AR signal, a technique of calculating the likelihood function of the AR parameters is shown and the implementation of the expectation-maximization method for iterative evaluation of the AR parameters is considered. Analysis of different measures of distortion of speech signals shows that the proposed approaches in the frequency domain have the same accuracy with the corresponding approaches in the time domain, but are characterized by significantly lower computing costs.

Keywords: autoregressive model, likelihood function, Expectation-Maximization method, fast Fourier transform.