



СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

6(52) ' 2018

Заснований
у 2007 році

Наукове періодичне видання,
в якому відображені результати
наукових досліджень з розробки та
удосконалення систем управління,
навігації та зв'язку у різних
проблемних галузях.

Засновник:
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

Адреса редакційної колегії:
Україна, 36011, м. Полтава,
Першотравневий проспект, 24

Телефон: +38 (066) 706-18-30
(консультації, прийом статей).

E-mail:
kozelnkova@ukr.net

Інформаційний сайт:
<http://www.pntu.edu.ua>

Реферативна інформація
зберігається: у загальнодержавній
реферативній базі даних
„Україніка наукова” та публікується
у відповідних тематичних серіях
УРЖ „Джерело”.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д-р техн. наук, проф., Україна)

Заступники голови:

ШЕФЕР Олександр Віталійович (д-р техн. наук, доц., Україна)

ШУЛЬГА Олександр Васильович (д-р техн. наук, доц., Україна)

Члени:

БЛАУНШТЕЙН Натан Олександрович (д-р техн. наук, проф., Ізраїль)

ВЕСОЛОВСЬКИЙ Кшиштоф (д-р техн. наук, проф., Польща)

ІЛЬІН Олег Юрійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

КОРОБКО Богдан Олегович (д-р техн. наук, доц., Україна)

КОШОВИЙ Микола Дмитрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ЛАДАНЮК Анатолій Петрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ЛУНТОВСЬКИЙ Андрій Олегович (д-р техн. наук, проф., Німеччина)

МАШКОВ Віктор Альбертович (д-р техн. наук, проф. Чехія)

МАШКОВ Олег Альбертович (д-р техн. наук, проф., Україна)

МОРГУН Олександр Андрійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ПОПОВ Валентин Іванович (д-р фіз.мат. наук, проф., Латвія)

СТАНКУНАС Йонас (д-р техн. наук, проф., Литва)

СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ФРОЛОВ Євгеній Андрійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ХОРОШКО Володимир Олександрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ЧОРНИЙ Олександр Петрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ШЛОМЧАК Георгій Григорович (д-р техн. наук, проф., Україна)

Відповідальний секретар:

КОЗЕЛКОВА Катерина Сергіївна (д-р техн. наук, проф., Україна)

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

Журнал індексується міжнародними бібліометричними та наукометричними базами даних: Index Copernicus (Польща), General Impact Factor (ЄС), Google Scholar (США), Academic Resource Index (ЄС), Scientific Indexed Service (США).

Затверджений до друку вченою радою Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (протокол № 9 від 13 грудня 2018 року)

Занесений до "Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук" (технічні науки) строком на п'ять років (від дати включення наказом Міністерства освіти і науки України) від 24.10.2017 № 1413 (додаток 7, п. 31)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ГП від 16.11.2012 р.

З М І С Т

НАВІГАЦІЯ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

| | |
|---|----|
| <i>Герасимов С. В., Коломійцев О. В., Пустоваров В. В.</i> Особливості визначення точності вимірювань інерціальних приладів визначення координат | 3 |
| <i>Зусв А. О.</i> Розробка методу компактного зберігання полів висот у геоінформаційних системах та імітаційно-тренажерних комплексах БПЛА | 9 |
| <i>Остроумов І. В.</i> Аналіз перспективних систем зональної навігації | 14 |
| <i>Худов Г. В., Маковейчук О. М., Хижняк І. А., Соломоненко Ю. С., Юзова І. Ю.</i> Метод виділення об'єктів міської забудови на зображеннях бортових систем оптико-електронного спостереження з використанням перетворення Хафа | 20 |

КОНТРОЛЬ КОСМІЧНОГО ТА ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

| | |
|--|----|
| <i>Павленко М. А., Шило С.Г., Борозенець І. О., Дмитрієв О. М.</i> Процедура оцінки ступеня небезпеки ситуації обстановки для системи підтримки прийняття рішень в АСУ повітряним рухом | 25 |
| <i>Сурков К. Ю.</i> Декомпозиція діяльності диспетчерів управління повітряним рухом в адаптивній тренажерній системі | 30 |
| <i>Худов Г. В., Місюк Г. В., Олексенко О. О., Райков Р. Ю., Безжлубенко О. О., Добрєв В. Ю.</i> Аналіз існуючих шляхів підвищення ефективності виявлення малорозмірних повітряних об'єктів радіолокаційними засобами контролю повітряного простору | 38 |

ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

| | |
|---|----|
| <i>Зубко І. А.</i> Алгоритм перевірки працездатності компонента функціонально-орієнтованої системи спеціального призначення | 44 |
| <i>Коржов І. М.</i> Загальне формулювання задачі функціональної діагностики для моделей параметричної дискримінації | 48 |

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

| | |
|---|----|
| <i>Денисенко О. В.</i> До питання підвищення ефективності світлофорного регулювання | 53 |
|---|----|

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ

| | |
|--|----|
| <i>Hafiiak A., Borodina E., Diachenko-Bohun A.</i> Application of genetic programming tools as a means of solving optimization problems | 58 |
| <i>Дубницький В. Ю., Кобылин А. М., Кобылин О. А.</i> Определение предельной абсолютной и относительной погрешности вычисления основных типов индексов потребительских цен | 61 |
| <i>Іванець Г. В., Толкунов І. О.</i> Комплексна модель прогнозування збитків внаслідок надзвичайних ситуацій в державі | 68 |
| <i>Руденко О. А., Руденко З. М., Головка Г. В., Одаруценко О. Б.</i> Знаходження параметрів скоригованої лінії експоненціальної апроксимації експериментальних даних виявлених дефектів при оцінюванні кількості вторинних дефектів програмних засобів | 74 |
| <i>Рысований А. Н.</i> Метод синтеза нелинейных генераторов псевдослучайной последовательности на основе использования первого состояния матрицы состояний в конечном поле GF(3) | 79 |

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

| | |
|---|-----|
| <i>Главчева Ю. М., Канищева О. В.</i> Ідентифікація текстового плагіату в академічних документах | 83 |
| <i>Гороховатський В. О., Гадецька С. В., Пономаренко Р. П.</i> Статистичні розподіли та ланцюжкове подання даних при визначенні релевантності структурних описів візуальних об'єктів | 87 |
| <i>Горошко А. І., Демиденко М. І.</i> Програмно-апаратний комплекс по вимірюванню зорової втоми людини | 93 |
| <i>Гребенюк Д. С.</i> Аналіз методів розподілення ресурсів у середовищах віртуалізації | 98 |
| <i>Дмитренко Т. А., Деркач Т. Н., Дмитренко А. О., Івасько І. А.</i> Розробка модуля управління науковою та науково-технічною діяльністю кафедри для інформаційної інтелектуальної системи "портал-кафедра" | 104 |
| <i>Рудницький В. М., Лада Н. В., Федотова-Півень І. М., Пустовіт М. О., Нестеренко О. Б.</i> Побудова двохрозрядних двооперандних операцій строгого стійкого криптографічного кодування | 113 |
| <i>Серпухов О. В., Макогон О. А., Новік С. А., Клімов О. П., Ковальов І. О., Базелюк В. М.</i> Дослідження моделі міжнародного інформаційного простору з метою пошуку ефективних механізмів захисту національного інформаційного суверенітету | 116 |
| <i>Чала О. В.</i> Принципи автоматизованої побудови та використання темпоральної бази знань для підтримки прийняття рішень з управління підприємством | 122 |
| <i>Шутка П. М., Філоненко А. М.</i> Огляд проблемно-орієнтованих мов програмування для паралельного аналізу статичних графів | 126 |

ЗВ'ЯЗОК

| | |
|---|-----|
| <i>Князева Н. О., Колумба І. В.</i> Використання базових структурних характеристик мережі невизначеної топології для оцінки її структурної надійності | 130 |
| <i>Семко О. В.</i> Логіко-семантична модель управління маршрутизацією потоків даних в сенсорних мережах | 135 |
| <i>Shefer O., Ichanska N., Topikha B., Shefer V.</i> The ways of technical realization of adaptive algorithm of compensation of non-linear distortions of radio devices | 140 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК | 144 |
|----------------------------------|-----|

Математичні моделі та методи

UDC 004.432

doi: 10.26906/SUNZ.2018.6.058

A. Hafiak, E. Borodina, A. Diachenko-Bohun

Poltava National Technical Yuriy Kondratyuk University, Poltava, Ukraine

APPLICATION OF GENETIC PROGRAMMING TOOLS AS A MEANS OF SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS

Purpose. The article is devoted to the problem of practical application of genetic programming tools as a means of solving optimization problems and the use of genetic programming in various fields of activity. It is established that the evolution of genetic programming is directly related to the development of the genetic algorithm, it is also determined that with the passage of time a significant improvement in genetic programming has occurred. Since the advent of the genetic algorithm, many modifications and software implementations have appeared. This in turn led to the implementation of the genetic algorithm toolkit in software products, namely: specialized software, applications for mathematical and analytical packages, frameworks and libraries. The article reveals the significant impact of genetic programming in the areas of: quantum computing, electrical circuit design, etc. Not only advantages, but also disadvantages are considered, attention is also paid to methods of eliminating deficiencies by improving optimization methods and applying a genetic algorithm.

Results. The analysis of the main directions of the practical use of genetic programming is carried out and tasks that can be effectively solved using this toolkit are outlined. **Scientific novelty.** It was determined that the improvement of optimization methods and the expansion of the use of genetic algorithms, stimulates the appearance of such software products on the market, simplifies the structure of software tools, designs the interface for working with a specific commercial user community, simplifies the command language, which allows the use of genetic programming tools circle of users with different levels of training.

Keywords: artificial intelligence, genetic programming, instrumentation.

Introduction

The rapid development of computer technology provides the development and use of increasingly complex economic and mathematical methods and models of research of real processes, allowing decision makers to better understand the subject areas they deal with and solve problems that previously seemed too complex. Genetic programming as an effective tool for solving optimization problems has not yet become massive [1–3]. Since the appearance and use of genetic algorithms, many of their modifications and program implementations have appeared, so the problem of analyzing the main areas of practical use of genetic programming is urgent [4–9].

Main part

Genetic programming is a modern approach to the use of the principles of artificial intelligence in the creation of algorithms inspired by the evolution of biological species, whose purpose is to develop software that is adapted to find the best options for the accomplishment of tasks. Genetic programming as a set of fitness function instructions is one of the cases of genetic algorithms, where the "individual" is a computer program that will be genetically "mutated" [1, 6].

Genetic algorithm is a heuristic search algorithm used to solve optimization and modeling problems by sequencing, combining and variation of given parameters using mechanisms similar to biological evolution. The peculiarity of the genetic algorithm in the use of a separate operator "crossing", whose role is similar to the role of crossing in wildlife.

The method of coding the problem is characterized by the fact that its solution is presented as a vector of "chromosome". A certain number of initial vectors ("initial population") is randomly created in the first stage. They are evaluated using the "function of adaptation", in order to assign a certain value to each vector ("fitness"), which determines the possibility of survival of the organism represented by this vector.

At the second stage, the received values of adaptability are selected vectors allowed to "cross". To these vectors are used "genetic operators" (in most cases, "crossover" and "mutation" - mutation), ensuring the creation of the next "generation".

Individuals of the next generation are also evaluated, then breeding takes place, genetic operators are used, etc. This is how the "evolutionary process" is simulated, which extends several life cycles (generations) until the algorithm stopping criterion is satisfied [3, 9].

Genetic programming began in 1964 with the development of Niels Al Baricelli's genetic algorithms used to simulate evolution. In the 60s and early 70s, genetic algorithms have already proven themselves as methods for optimizing the calculation of linear problems. In 1971, Ingo Rechenberg, with a group of researchers, began solving complex engineering tasks with the help of evolutionary strategies. An important role in the development of genetic programming was played by John Holland, who is considered one of the founders of genetic algorithms. His book *Adaptation in Natural and Artificial Systems* (1975) is the basic work in this area of research. In the 90s, genetic programming was mainly used for relatively simple

tasks, because it was characterized by high resource intensities for those computers. But recently, due to the improvement of genetic algorithms and the exponential increase in the capacity of central processors, genetic programming has been widely used and has yielded good results in the areas of quantum computing, the design of electro schemes, computer games, sorting and searching [1, 7, 8].

Genetic programming as a means of solving optimization problems has both advantages and disadvantages, but one of its main advantages is the ability to use in solving complex problems for which there are no methods of linear solution, but you can get an acceptable range of solutions.

The genetic algorithm is appropriate to use when:

- the range of permissible solutions is discrete;
- the existence of a set of local optimums is possible;
- the solution should be precise.

At the present stage, the implementation of the tools of genetic programming allowed to create a set of applied software products, which, depending on the degree of their autonomy and purpose, scope of use and complexity of the structure of the software, can be classified as follows. (fig. 1).

1. NeuroShell Trader - software that allows financial analysts to create market models, combining artificial intelligence and traditional financial analysis methods.

The tool aims to facilitate the process of constructing dynamic models of trend movements of stocks, futures, commodities, options, indexes, which provides the construction of financial forecasts with the flow of new data.

2. StrategyQuant - A powerful financial and analytical platform for developing trading systems with unlimited number of markets and time periods. It does not require direct programming and automatically tests generated strategies.

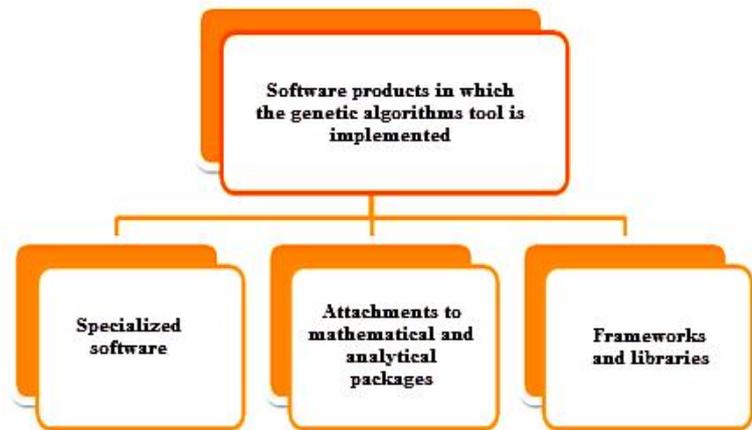


Fig. 1. Classification of software products, in which the tools of genetic algorithms are implemented

3. XL BIT (MS Excel Add-on) is a universal data optimization and forecasting tool that facilitates the process. image processing, scheduling, recognition of suspects, task management, Forex trading.

The features of the application are that in the work with the genetic algorithm you can use up to 100 populations, two types of scaling adaptability, three methods of cross-choice to choose from, the ability to adjust the levels of cross-breaks and mutations during the program and track the values of variables, and the number of optimized variables depends only on the speed of the computer and the amount of memory [2].

Conclusions

Improving the methods of optimization and expansion of the use of genetic algorithms stimulates the appearance of similar software products on the market, allows you to simplify the structure of the software, to design an interface for interaction with a specific circle of users, to simplify the language of teams, which enables the use of genetic programming for a wide range of users with different levels of professional preparation.

Using the genetic algorithm to optimize the grunge streams of the industrial enterprise.

REFERENCES

1. Genetic programming [Electronic resource] - Access mode: https://uk.wikipedia.org/wiki/Genetic_programming.
2. Using the genetic algorithm for optimizing grunge streams industrial enterprise [Electronic resource] - Access mode: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntmb/1708/1/38.pdf>.
3. Use of genetic algorithms in economics mathematical modeling [Electronic resource] - Access mode: http://www.economy.in.ua/pdf/2_2016/19.pdf.
4. Kuchuk, H.A. Model of the process of evolution of the topological structure of a computer network of a control system for an object of critical application / H.A. Kuchuk, A.A. Kovalenko, A.A. Yankovsky // Information processing systems: a collection of scientific papers. - H. : HU Sun, 2014. - Vol. 7 (123). - P. 93 - 96.
5. Kovalenko A.A. The current stanza the development of computer systems ob'iorktiv critical zasosuvannya / A.A. Kovalenko, H.A. Kuchuk // Systems Management, Navigation and Communication: Zbirnik naukovih prats. - Poltava: PNTU, 2018. - № 1 (47). - P. 110-113. - DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.1.110>.
6. Kuchuk N.A. Recognition of human emotions using neural network technologies / N.A. Kuchuk, B.G. Saatsazov // Systems Management, Navigation and Link. Zbirnik naukovih Prats. - Poltava: PNTU, 2017. - № 4 (44). - P. 64-69.
7. Kalinina I.B. The use of genetic algorithms in optimization problems / I.B. Kalinina, O.I. Lisovichenko // Interdistrict Scientific and Technical Survey "Adaptive Systems of Automatic Control", 2015, No. 1 (26). - P. 48-61.
8. Ovchinnikova O. R. Using Genetic Algorithms in the Modeling of Migration Processes / O. R. Ovchinnikova // Social Problems of the Modern Period of Ukraine, 2013, Vip. 3 (101). - P. 458-465.
9. Gen M., Cheng R. Genetic Algorithms and Engineering design. - John Wiley & Sons. - 1997. - 352 p.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Генетичне програмування [Електр. ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Генетичне_програмування
2. Використання генетичного алгоритму для оптимізації грозових потоків промислового підприємства [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/1708/1/38.pdf>
3. Використання генетичних алгоритмів у економіко-математичному моделюванні [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.economy.in.ua/pdf/2_2016/19.pdf
4. Кучук, Г.А. Модель процесса эволюции топологической структуры компьютерной сети системы управления объектом критического применения / Г.А. Кучук, А.А. Коваленко, А.А. Янковский // Системы обработки информации: сборник научных трудов. – Х.: XV ВС, 2014. – Вып. 7 (123). – С. 93 – 96.
5. Коваленко А.А. Сучасний стан та тенденції розвитку комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування / А.А. Коваленко, Г.А. Кучук // Системи управління, навігації та зв'язку: Збірник наукових праць. – Полтава : ПНТУ, 2018. – № 1 (47). – С. 110-113. – DOI : <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.1.110>.
6. Kuchuk N.A. Распознавание человеческих эмоций с использованием нейросетевых технологий / Н.А. Kuchuk, В.Г. Saatsazov // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава : ПНТУ, 2017. – № 4 (44). – С. 64-69.
7. Калініна І.В. Використання генетичних алгоритмів в задачах оптимізації / І.В. Калініна, О.І. Лісовиченко // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Адаптивні системи автоматичного управління», 2015, № 1(26). – С. 48-61.
8. Овчиннікова О. Р. Використання генетичних алгоритмів в моделюванні міграційних процесів / О. Р. Овчиннікова // Соц.-ек.проблеми сучас.періоду України, 2013, Вип. 3(101). – С. 458-465.
9. Gen M., Cheng R. Genetic Algorithms and Engineering design. – John Wiley & Sons. – 1997. – 352 p.

Рецензент: д-р техн. наук, доц. О. В. Шефер,

Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка, Полтава

Received (Надійшла) 22.10.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 05.12.2018

Використання інструментарію генетичного програмування як засобу політичного вирішення оптимізаційних задач

А. М. Гафіяк, О. А. Бородіна, А.О. Дяченко-Богун

Мета: аналіз практичного застосування інструментарію генетичного програмування як засобу вирішення оптимізаційних задач і застосування генетичного програмування в різних сферах діяльності. Встановлено, що еволюція генетичного програмування безпосередньо пов'язана з розвитком генетичного алгоритму, також визначено, що із закінченням часу відбулося значне удосконалення генетичного програмування. З моменту появи застосування генетичного алгоритму з'явилося багато його модифікацій і програмних реалізацій. Це в свою чергу призвело до реалізації інструментарію генетичного алгоритму в програмних продуктах, а саме: спеціалізоване програмне забезпечення, додатки до математичних і аналітичних пакетам, фреймворки і бібліотеки. У статті розкрито значний вплив генетичного програмування в сферах: квантових обчислень, проектування електросхем і т.д. Розглянуті не тільки переваги, а й недоліки, також приділено увагу методам усунення недоліків за рахунок поліпшення методів оптимізації та застосування генетичного алгоритму. **Результати.** Здійснено аналіз основних напрямків практичного використання генетичного програмування і намічені завдання, які можна ефективно вирішувати за допомогою даного інструментарію. **Наукова новизна.** Визначено, що поліпшення методів оптимізації та розширення сфери використання генетичних алгоритмів, стимулює появу подібних програмних продуктів на ринку, дозволяє спростити структуру програмних засобів, спроектувати інтерфейс для роботи з комерційним конкретним колом користувачів, спростити мову команд, що надає можливість, використовувати засоби генетичного програмування широкому колу користувачів з різним рівнем професійної підготовки.

Ключові слова: штучний інтелект, генетичне програмування, інструментарій.

Использование инструментария генетического программирования как средства решения оптимизационных задач

А. М. Гафияк, Е. А. Бородина, А.О. Дяченко-Богун

Цель: анализ практического применения инструментария генетического программирования как средство решения оптимизационных задач и применение генетического программирования в разных сферах деятельности. Установлено, что эволюция генетического программирования напрямую связана с развитием генетического алгоритма, также определено, что с истечением времени произошло значительное усовершенствование генетического программирования. С момента появления применения генетического алгоритма появилось много его модификаций и программных реализаций. Это в свою очередь привело к реализации инструментария генетического алгоритма в программных продуктах, а именно: специализированное программное обеспечение, приложения к математическим и аналитическим пакетам, фреймворки и библиотеки. В статье раскрыто значительное влияние генетического программирования в сферах: квантовых вычислений, проектирование электросхем и т.д. Рассмотрены не только преимущества, но и недостатки, также уделено внимание методам устранения недостатков за счет улучшения методов оптимизации и применения генетического алгоритма. **Результаты.** Осуществлен анализ основных направлений практического использования генетического программирования и намечены задачи, которые можно эффективно решать с помощью данного инструментария. **Научная новизна.** Определено, что улучшение методов оптимизации и расширение сферы использования генетических алгоритмов, стимулирует появление подобных программных продуктов на рынке, позволяет упростить структуру программных средств, спроектировать интерфейс для работы с коммерческим конкретным кругом пользователей, упростить язык команд, что предоставляет возможность, использовать средства генетического программирования широкому кругу пользователей с разным уровнем профессиональной подготовки.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генетическое программирование, инструментарий.