

# СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМ

UDC 004.415.2:912

*E. V. Skakalina c.t.s., as.prof.  
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Politechnics"*

## ROBUST HYBRID QUANTUM ALGORITHM FOR SOLVING THE TRAVELING SALESMAN PROBLEM

The Quantum Genetic Algorithm (QGA) is based on the concepts and principles of quantum computing, such as qubits and state superposition. Instead of a binary, numerical, or symbolic representation, accepting the qubit chromosome as a representative of the population, the QGA may represent a linear superposition of decisions through its probabilistic representation. As genetic operators, quantum is used to find the best solution. Fast convergence and good global search capabilities characterize QGA's performance.

Scientists have worked hard to promote the idea of the quantum computer since the early 1990s, because these computers were more powerful than classical ones on a variety of specialized issues. But without a quantum algorithm that solves practical problems, a quantum computer hardware may not be needed. It can be considered as a computer without an operating system. Although new quantum algorithms would have significant benefits that could solve computational problems faster than classical algorithms, only a few quantum algorithms are known to date. However, quantum computing has attracted considerable attention because its superiority has been demonstrated by several quantum algorithms, such as the Shor quantum factoring algorithm and Grover's database search algorithm. Shor's algorithm finds prime factors of  $n$ -digit numbers in polynomial time, while the most well-known classical factoring algorithms require time  $O(2^{n/3} / 3 \log(n)^{1/3})$ . The search algorithm can find an element in an unsorted list of  $n$  elements by  $O(\sqrt{n})$  steps, while classical algorithms require  $O(n)$  [1].

QGA is based on the concepts of qubits and superposition of states of quantum mechanics. The smallest unit of information stored in a quantum computer with two states is called a quantum bit or qubit. The qubit can be in state "1", in state "0" or in any superposition of the two. The state of the qubit can be represented as:

$$|\Psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle \quad (1)$$

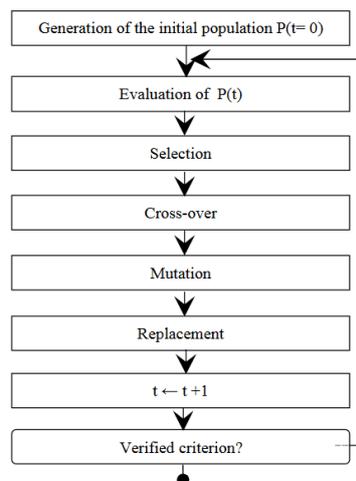
Where  $\alpha$  and  $\beta$  are complex numbers that determine the amplitudes of the probabilities of the respective states.  $|\alpha|^2$  gives the probability that the qubit will

be found in the state "0", and  $|\beta|^2$  - the probability that the qubit will be found in state "1". Normalization of the state to the guarantees of unity:

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1 \quad (2)$$

If there is a system of m-qubits, the system can represent  $2^m$  states simultaneously. However, when observing a quantum state, it collapses to a single state.

The structure of GQA is illustrated in Figure 1. The simplest way to encode chromosomes is to represent them in binary strings. The initial population should start with random chromosomes evenly distributed throughout the search space. The next step is the evaluation operation. Its role is to identify individuals. After that, individuals will be sorted according to their labels. The selection operation aims to select a certain number of people to ensure reproduction. Cross-operation can be performed by exchanging some parts of selected individuals in random positions, which leads to the creation of a new set of chromosomes, replacing the old unit. Before repeating the process, it is recommended to perform a mutation to correct stochastic errors, to avoid genetic drift and to ensure genetic diversity in the population. It consists of a change in some random positions of individuals with a low probability (usually from 1% to 0.1%).



**Fig. 1. GQA structure.**

A quantum genetic algorithm has been developed to solve the problem of constructing the optimal path as an example of practical application. Genetic algorithms in various development environments such as Matlab and PyCharm are also presented for reliable testing. The proposed quantum genetic algorithms have a divergent structure: qubit and cutrite representation of the algorithm. The research of the subject area is carried out, the quantum genetic algorithm as a symbiosis of the genetic algorithm and quantum mechanics is designed [2]. A thorough analysis of software analogues and research in the field of quantum genetic algorithms, methods of constructing algorithms and their features, testing on a simulator using test functions, proved as a result of computational

verification that the developed algorithms are effective and meet the requirements of tasks, proven optimality of their practical application.

#### *References*

1. P. W. Shor, "Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring," in *Proceedings of the 35th Annual Symposium on Foundations of Computer Science*, pp. 124- 134, 1994.

2. Skakalina E. V. IMPLEMENTATION OF THE QUANTUM GENETIC ALGORITHM IN THE ENVIRONMENT PYTHON in *ScientificWorldJournal* .- Issue №11.-Part 1.-January 2022, pp. 85-94. <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj11-01-072>.

**УДК 004.8**

*Гайтан О.М., старший викладач,  
Козицька О.І., студентка групи 402-ТН*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС**

Стрімкий розвиток технологій яскраво відбився на освітньому процесі: останнім часом віртуальна та доповнена реальності досить часто використовуються в навчальних закладах. Останні дослідження показують, що обсяг ринку освітнього програмного забезпечення в 2018 році склав 2,3 млрд. доларів, до 2025 року цей показник зросте вдвічі. Це свідчить про активне впровадження та використання програмного забезпечення у всіх сферах освіти. У дитячих садах, школах і університетах по всьому світу інноваційні технології використовують для забезпечення інтерактивного навчання дітей [1].

В основі навчання із застосуванням віртуальної реальності лежать імерсивні технології – віртуальне розширення реальності, що дозволяє краще сприймати і розуміти навколишню дійсність. Вони в буквальному сенсі занурюють людину в обрану середу.

Можна виділити кілька причин поширення технологій віртуальної реальності (VR) на сферу освіти: зниження ціни на технічне оснащення; збільшення кількості великих компаній, що працюють в сфері VR; стрімке зростання кількості програмного забезпечення під VR; зростання обсягу інвестицій в VR. Технології віртуальної і доповненої реальності дають учням та студентам можливість глибше вивчати предмети, аналізувати наслідки світових подій тощо, а головне – все це відбувається в розважальній формі. AR і VR дозволяють набути досвіду, до якого в учнів зазвичай немає доступу [2]. До переваг віртуальної та доповненої реальності слід віднести наочність; зосередженість; максимальне залучення до процесу; результативність; безпечність. Також новітні технології відіграють