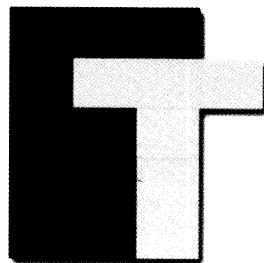


# IV МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**Інформаційні технології та взаємодії**



**IT&I**



8-10 листопада 2017 року

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»  
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В. М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ НАН УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ НАПН УКРАЇНИ

**IV МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ**

**Інформаційні технології та взаємодії**

8-10 листопада 2017 року

Матеріали доповідей

Київ 2017

УДК 004.023, 539.18

**В. М. Ткачук**

Кандидат фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
м. Івано-Франківськ

## КВАНТОВИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ ІЗ ДОВІЛЬНОЮ КВАНТОВОЮ ЛОГІКОЮ

Квантовий генетичний алгоритм являє собою новий оптимізаційний алгоритм, що поєднує в собі ідеї класичного генетичного алгоритму та технології квантових обчислень [1-3]. В основу більшості квантових обчислень покладено поняття кубіта, який являє собою дворівневу квантову систему. Для кодування квантової інформації також можуть бути використані структури із кількома, більше двох, ступенями свободи - кудіти. Кудіт фактично є квантовою одиницею інформації, яка може приймати будь-яке з  $n$  основних значень або перебувати в стані їх суперпозиції.

Наприклад, при  $n = 3$  елемент пам'яті називають кутритом. Його можливі базові стани - це 0, 1, 2. Стан кутріта можна представити наступним чином:

$$|q\rangle = \alpha_0|0\rangle + \alpha_1|1\rangle + \alpha_2|2\rangle$$

із умовою нормування:

$$\alpha_0^2 + \alpha_1^2 + \alpha_2^2 = 1$$

Система  $n$  кутритів має  $3^n$  базових станів (на відміну від  $2^n$  станів для бінарної логіки). Фактично при переході від бінарної до багатозначної логіки отримуємо експоненційний ріст кількості базових станів, і, як наслідок, зростання швидкодії алгоритму при забезпеченні однієї і тієї ж точності пошуку.

Принциповими питаннями реалізації квантового генетичного алгоритму на базі довільної логіки є організація процесу вимірювання стану квантового регістру та реалізації зміни стану кутріта. Опираючись на викладені в [4] підходи можна запропонувати описані нижче алгоритми їх реалізації.

Псевдокод для операції вимірювання стану кутріта представлений алгоритмом 1: результатом його роботи є основний стан  $p$  (0, 1 чи 2) із імовірністю  $\alpha_0^2$ ,  $\alpha_1^2$  та  $\alpha_2^2$  відповідно.

### Алгоритм 1 Вимірювання стану кутріта

```

1  r ← випадкове число, рівномірно розподілене на проміжку [0,1]
2  if r <  $\alpha_1^2$  then
3      p ← 0
4  else if r <  $\alpha_1^2 + \alpha_2^2$  then
5      p ← 1
6  else
7      p ← 2
8  end if
    
```

Псевдокод генетичного оператора для зміни стану кутріта в результаті

модифікації амплітуд ймовірностей  $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$  може бути реалізований наступним чином (алгоритм 2):

**Алгоритм 2 Модифікація квантових станів**

```

1  for  $i$  in  $0, \dots, N$  do
2     $bestamp \leftarrow i$  – те значення бінарного гена для найкращої особини популяції
3     $sum \leftarrow 0$ 
4    for  $amp$  in  $\{0, 1, 2\}$  do
5      if  $amp \neq bestamp$  then
6         $q'[amp] = \mu \cdot q$ 
7         $sum \leftarrow sum + q'[amp]^2$ 
8      end if
9    end for
10    $q'[bestamp] \leftarrow \sqrt{1 - sum}$ 
11  end for
    
```

Тут  $N$  - число бінарних змінних, що задають одну особину популяції. Порядок роботи алгоритму ілюструє приведений нижче малюнок. Вертикальні лінії задають амплітуди ймовірностей станів  $\alpha_0, \alpha_1$  та  $\alpha_2$ . Якщо на позиції  $i$  найкращої особини популяції стоїть 2, то всі амплітуди, за винятком  $\alpha_2$ , множаться на коефіцієнт  $\mu$ , значення якого лежить в межах від 0 до 1 та визначається чисто емпірично. Це означає, що тільки амплітуда, яка відповідає  $i$  – тому бітові найкращого індивідууму  $b$  буде посилюватися. При цьому амплітуди ймовірностей інших станів будуть зменшуватися.



Необхідно відмітити, що запропонований підхід усуває необхідність використання таблиці пошуку, як це є в традиційному квантовому генетичному алгоритмі, а використання квантової логіки із  $n > 2$  веде до значного зростання швидкодії алгоритму. Так, при його реалізації для оптимізації багатоекстремальної функції Растрігіна при  $n = 3$  виграш у часі склав близько 33%, а при  $n = 10$  - порядку 45%.

**Список використаних джерел**

1. Narayanan A., Moore M., Quantum-inspired genetic algorithms, Proc. IEEE Evolutionary Computation, pp.61-66, 1996.
2. Han K. H., Kim J. H., Genetic quantum algorithm and its application to combinatorial optimization problem, Proc. Congress on Evolutionary Computation, pp.1354-1360, 2000.
3. Ying Sun, Hegen Xiong, Function Optimization Based on Quantum Genetic Algorithm, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 7(1): pp.144-149, 2014.
4. Nowotniak R., Kucharski J., Higher-Order Quantum-Inspired Genetic Algorithms. Federated Conference on Annals of Computer Science and Information Systems, pp 465-470, 2014.