


Реалізація еволюційного алгоритму на реальному квантовому комп'ютері

Ткачук В.М., к. ф.-м. наук, доцент

Розробка та дослідження квантових генетичних алгоритмів орієнтована на ефективне вирішення задач оптимізації без реальної можливості їх реалізації на реальному квантовому комп'ютері.

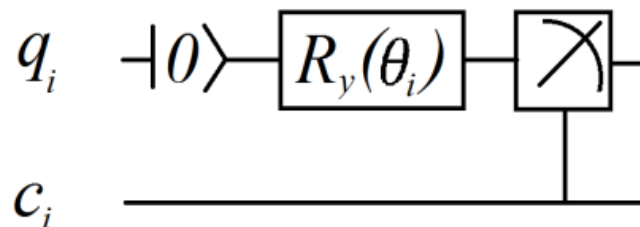
З використанням хмарних технологій  на сьогодні є загальнодоступними ряд 5-ти кубітних квантових комп'ютерів фірми IBM.

Заборона квантового клонування не дозволяє реалізувати традиційний еволюційний процес, тому пропонується гібридна класично-квантова архітектура для QGA

1.	$t \leftarrow 0$
2.	ініціалізація $Q(t)$
3.	томографія $Q(t)$ та перехід до $P(t)$
4.	оцінка пристосованості $P(t)$ та пошук найкращої особини популяції
5.	<u>while</u> (умова завершення еволюції)
6.	$t \leftarrow t + 1$
7.	побудова наступного покоління $Q(t)$
8.	томографія $Q(t)$ та перехід до $P(t)$
9.	оцінка пристосованості $P(t)$ та пошук найкращої особини популяції
10.	<u>end while</u>

Всі квантові оператори реалізуються засобами квантового комп'ютера, а допоміжні обчислення, такі як розрахунок функції пристосованості та пошуку найкращої особини, реалізовано на класичному комп'ютері.

Квантовый протокол:



Кут в операторі квантового гейту 🗣️:

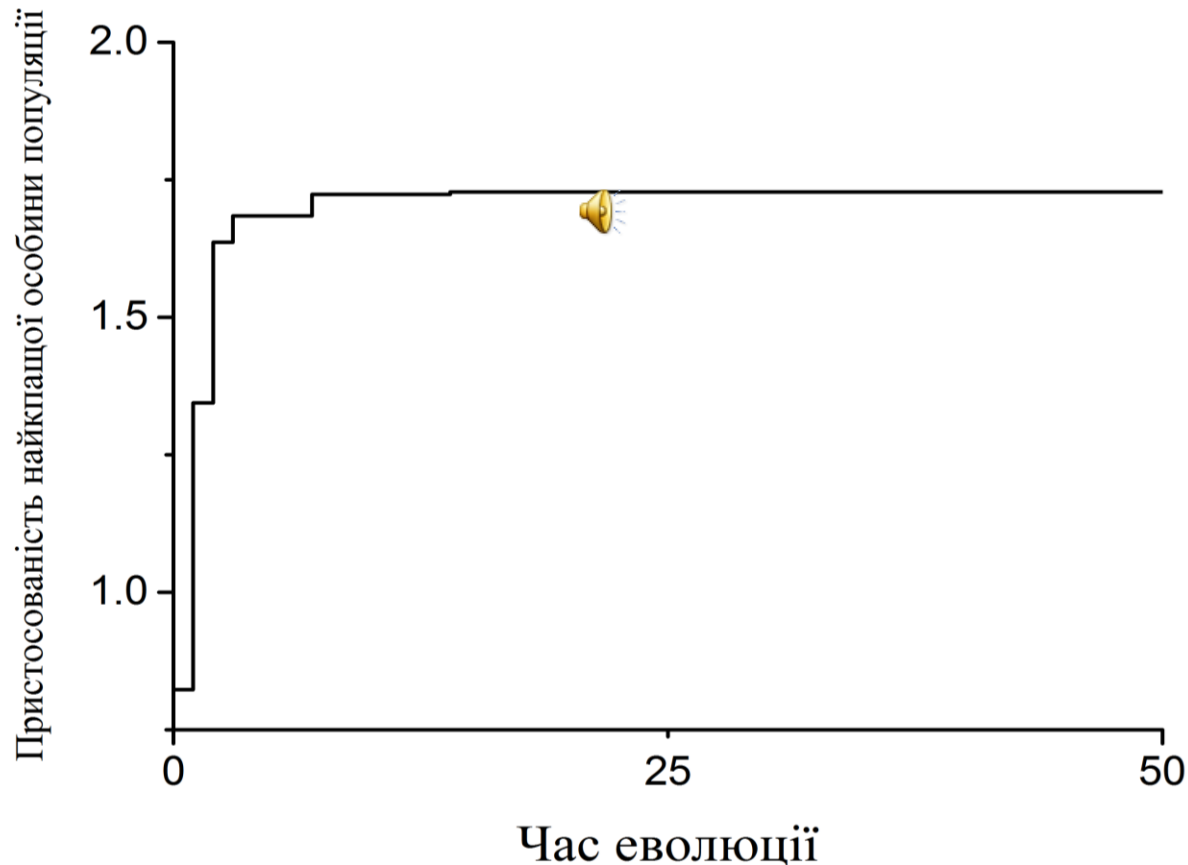
$$\theta_i = \begin{cases} \theta_i + \Delta\theta, & \text{при } \theta_i < \theta_{opt} \\ \theta_i - \Delta\theta, & \text{при } \theta_i > \theta_{opt} \end{cases}$$

Для тестової функції:

$$f(x) = \sin(x) + \sin\left(\frac{10}{3}x\right), \quad x \in [-2.5, 7]$$

із глобальним максимумом $f(2.296) = 1.728$

еволюція в часі 5-ти кубітної популяції:



Основні висновки

В роботі запропоновано та реалізовано квантовий генетичний алгоритм з використанням комп'ютера IBM Q та програмного забезпечення з відкритим кодом Qiskit, що забезпечує інтерфейс до квантового комп'ютера.



Числові експерименти із п'ятикубітними комп'ютерами показали, що квантові помилки в ході обчислення не впливають на ефективність роботи алгоритму, який ілюструє швидку збіжність до оптимуму.