

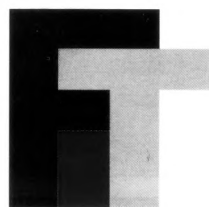
Факультету інформаційних технологій 5 років!

**V МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

Інформаційні технології та взаємодії



IT&I



20–21 листопада 2018 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КПІ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В. М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ
НАПН УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ НАН УКРАЇНИ

**V МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ**

Інформаційні технології та взаємодії

20-21 листопада 2018 року

Матеріали доповідей

Київ 2018

УДК 004.23,539.18

В.М. Ткачук

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

КВАНТОВИЙ ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ В ЗАДАЧІ 0-1 ПАКУВАННЯ МУЛЬТИПЛІКАТИВНОГО РЮКЗАКА

Задача про мультиплікативний рюкзак є узагальненням більш простої дискретної комбінаторної задачі 0-1 упаковки рюкзак. До неї може бути зведено багато прикладних задач розподілу обмежених ресурсів.

Задача полягає у розбитті множини n предметів на m підмножин, які не перетинаються та забезпечують максимальну сумарну вартість упакованих речей. При цьому об'єм кожного із наборів не може перевищувати максимальної ємності відповідного рюкзак P_i . Формально задача зводиться до знаходження такої матриці заповнення $X: x_{i,j} \in \{0,1\}$, $i \in \{1, \dots, m\}$, $j \in \{1, \dots, n\}$, яка забезпечує максимальне значення функції:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \omega_i \cdot x_{i,j}$$

та задовільняє обмеженням:

$$\sum_{i=1}^m p_i \cdot x_{i,j} \leq P_j, \quad j \in \{1, \dots, m\}$$

тут: ω_i – вартість i -того предмету; p_i – вага i -того предмету.

Задача є NP -повною, тому знайти її точний розв'язок навіть при відносно невеликих значеннях параметрів n та m практично неможливо. Ефективними в цьому випадку є евристичні алгоритми, які дозволяють отримати близькі до оптимального розв'язки задач великої розмірності за прийнятний час. Одним із таких підходів є квантовий генетичний алгоритм (QGA), робота якого ґрунтується на поєднанні ідей квантових обчислень та технології класичних генетичних алгоритмів [1,2]. Завдяки автоматичному балансу між механізмами локального та глобального пошуку QGA вважається одним із найбільш ефективних для вирішення задач оптимізації великої розмірності. У раніше проведених дослідженнях [3] було проілюстровано переваги переходу від кубітного до кудітного представлення при реалізації QGA. Кудіт є квантовою системою, яка може перебувати в одому із m базових станів $|1\rangle, |2\rangle, \dots, |m\rangle$, чи стані їх суперпозиції:

$$|q\rangle = \alpha_1|0\rangle + \alpha_2|1\rangle + \dots + \alpha_{m+1}|m\rangle$$

із умовою нормування:

$$\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \dots + \alpha_{m+1}^2 = 1$$

Для задачі про мультиплікативний рюкзак одна особина популяції являє собою набір n незалежних кудітів та може бути реалізована у вигляді наступної структури:

| | | | | | |
|------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|
| $ q_1\rangle$ | $ q_2\rangle$ | ... | $ q_i\rangle$ | ... | $ q_n\rangle$ |
| α_1^1 | α_1^2 | ... | α_1^i | ... | α_1^n |
| α_2^1 | α_2^2 | ... | α_2^i | ... | α_2^n |
| \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| α_{m+1}^1 | α_{m+1}^2 | ... | α_{m+1}^i | ... | α_{m+1}^n |

Важливо, що для задачі про мультиплікативний рюкзак розмір матриці для представлення квантової хромосоми рівний $M = (m + 1) \cdot n$ на відміну від традиційної реалізації QGA, при якій він складатиме $M = m \cdot (2n)$.

Інформація про розв'язок задачі отримується як результат квантового вимірювання [3,4], в результаті якого отримується класичне представлення квантової хромосоми. При вимірюванні стану квантової хромосоми в кудітному представленні отримується класична хромосома C . Вона фактично являє собою вектор заповнення, кожен елемент якого є цілим числом в системі числення із основою $m+1$. При $c_i = 0$ предмет не включається в жоден із m рюкзаків, а при $c_i \neq 0$ він пакується до рюкзаків із порядковим номером c_i .

Для ілюстрації ефективності запропонованого алгоритму виконано моделювання ряду тестових задач із різною кількістю рюкзаків m при загальній кількості речей в межах $100 \div 1000$. Статистичні дані, усереднені по 100 запусках запропонованого QGA, як то середнє значення найкращої особини популяції F_{avr} та середній час роботи алгоритму t_{avr} зведено в таб.1. Для порівняння тут також приведено результати, отримані при класичній, кубітній реалізації QGA*.

Таблиця 1. Результати оптимізації тестових задач

| m | n | QGA | | QGA* | | Точне значення |
|-----|------|-----------|--------------|-----------|--------------|----------------|
| | | F_{avr} | t_{avr}, c | F_{avr} | t_{avr}, c | |
| 2 | 100 | 9022.3 | 0.192 | 8610.5 | 0.387 | 9147 |
| 3 | 200 | 11075.1 | 0.407 | 10234.2 | 1.209 | 11238 |
| 2 | 500 | 28483.2 | 1.122 | 27124.7 | 2.893 | 28857 |
| 3 | 500 | 4240.1 | 1.278 | 3998.6 | 3.027 | 4566 |
| 2 | 1000 | 53444.3 | 2.472 | 50710.4 | 6.109 | 54503 |
| 3 | 1000 | 8718.2 | 2.735 | 8230.1 | 7.001 | 9052 |

Список використаних джерел

1. Han K.–H. and Kim J.–H., Genetic quantum algorithm and its application to combinatorial optimization problem, in Proc.Congress on Evolutionary Computation, vol. 2, La Jolla, CA, July 2000, 1354-1360.
2. Ткачук В.М. Адаптивний квантовий генетичний алгоритм для 0-1 задачі пакування рюкзака / В.М. Ткачук // Системні дослідження та інформаційні технології .- 2018.- №2.- с.77-88.
3. Tkachuk V., Quantum Genetic Algorithm on Multilevel Quantum Systems, Mathematical Problems in Engineering, V. 2018, Article ID 9127510, 12 pages.
4. Ткачук В.М. Квантовий генетичний алгоритм вищих порядків для 0-1 задачі пакування рюкзака/ В.М. Ткачук, О.М. Ткачук // Системні дослідження та інформаційні технології .- 2018.- №3.- с.52-67.