

Квантовый хакатон:

Отчёт команды "Название пока в разработке"

**Кондауров Д.О., Кузнецов Е.С.,
Вычужанин О.П.,
Исупов Г.В., Онучин С.С.
(НИЯУ МИФИ)**

Задача 1: Формирование инвестиционного портфеля

Запишем выражение для прибыли R:

$$R = \sum_{ij} w_i (\Pi_i(t_{j+1}) - \Pi_i(t_j)),$$

где w_i — количество купленных акций данного типа,
 $\Pi_i(t_j)$ — стоимость акции типа i в момент времени t_j .
Далее задача сводится к задаче QUBO посредством
бинаризации переменных:

$$w_i = \sum_{k=0}^{\log_2 u_i} 2^k y_{ik}, \quad y_{ik} \in \{0, 1\}$$

Задача 1 Формирование инвестиционного портфеля

Также в целевую функцию необходимо добавить условие, задающее начальную стоимость портфеля P_0 :

$$\left(\sum_{ik} 2^k y_{ik} \Pi_i(0) - P_0 \right)^2$$

Также в целевую функцию было добавлено слагаемое, учитывающее риски (см. дополнения).

Далее, с использованием ($x_i^2 = x_i$) сумма матрицы и вектора сводится к матрице QUBO, подаваемой в солвер SimCIM.
(Имитация отжига, модель Изинга)

Задача 1 Формирование инвестиционного портфеля

Полученные численные результаты:

- ▶ Прибыль $\Delta P = 185535$
- ▶ Дисперсия $\sigma^2 = 0.040$
- ▶ Риск $= 0.2$

Задача 2 Оптимизация туристических маршрутов

Задача была декомпозирована:

- ▶ Распределение групп по фургонам. Ручная оптимизация некоторых маршрутов (по виду карты)
- ▶ Квантовый поиск между всеми вершинами для всех фургонов. Далее, если есть общие ребра, - их удаление и этот же поиск по новому графу

Задача 2 Оптимизация туристических маршрутов

Для решения задачи был использован алгоритм квантового поиска Quantum Walk Search:

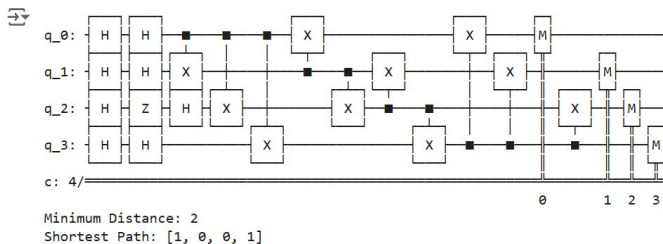


Схема для простейшего графа с 4 вершинами

Задача 3 Семантический анализ отзывов о продукте

В задании было проведено исследование разных метрик для различных моделей:

1. Классическая модель на основе трансформера BERT:
Показала 85% точность с валидационной выборкой.
2. Простая модель с квантовым слоем на 4 кубитах:
Показала точность 88 % и высокие значения (без валидационной выборки) как precision, так и recall.
3. Переписанная на QASM модель 2:
Модель работает в разы быстрее, чем классическая, как из-за простого ее устройства, так и из-за квантового слоя.

Полученные значения:

Precision on test set: 0.6667

Recall on test set: 0.6957

F1 Score on test set: 0.6809

Задача 3 Семантический анализ отзывов о продукте

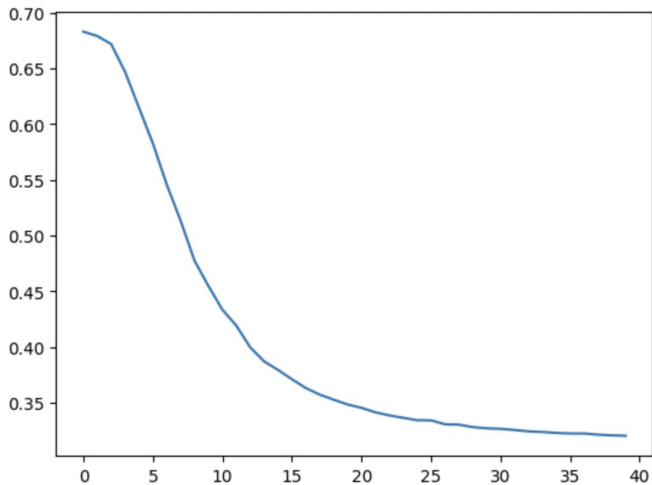
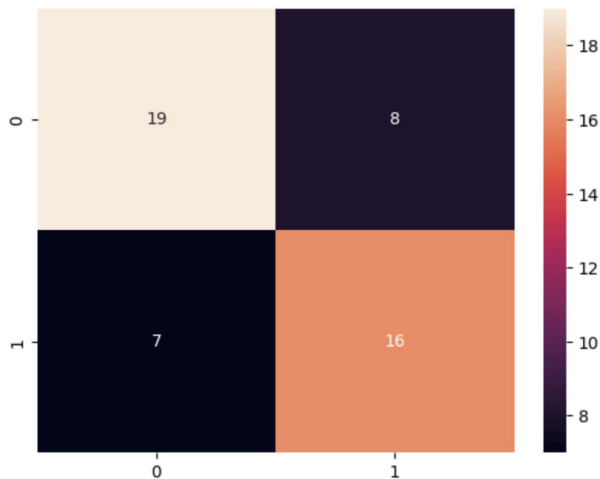


График ошибки от обучающей выборки

Задача 3 Семантический анализ отзывов о продукте



Матрица ковариации

Доп.слайд 1: Формула риска

$$\sigma^2 \leq \sigma_0^2$$

$$\sigma^2 = \sum_{ij=1}^n \frac{n\delta_{ij}-1}{n-1} \frac{1}{p_1^2} \sum (q_{\alpha,i+1}q_{\alpha,i})(q_{\alpha',j+1}q_{\alpha',j}) n_{\alpha} n_{\alpha'}$$

$$= \sum_{ij=1}^n \frac{n\delta_{ij}-1}{n-1} \frac{1}{p_1^2} \sum_{\alpha\alpha'} (q_{\alpha,i+1}q_{\alpha,i})(q_{\alpha',j+1}q_{\alpha',j}) \sum_{\beta\beta'} 2^{\beta} y_{\alpha\beta} 2^{\beta'} y_{\alpha'\beta'}$$

$$R_{\alpha\alpha'\beta\beta'} = \sum_{ij=1}^n \frac{n\delta_{ij}-1}{n-1} \frac{1}{p_1^2} (q_{\alpha,i+1}q_{\alpha,i})(q_{\alpha',j+1}q_{\alpha',j}) 2^{\beta} 2^{\beta'}$$

$$\sigma^2 = \sum_{\substack{\alpha\alpha' \\ \beta\beta'}} R_{\alpha\alpha'\beta\beta'} y_{\alpha\beta} y_{\alpha'\beta'}$$