

Мови програмування для квантових обчислень

Максим Сохацький ¹

¹ Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний Інститут» ім. Ігора Сікорського
28 жовтня 2018

Анотація

Ця робота є спробою огляду існуючих мов програмування для квантових обчислень та їх особливостей.

Ключові слова: Теорія типів, Мови порграмування, Квантові обчислення

Зміст

1	Попередні відомості	2
1.1	Лінійна алгебра	2
2	Інтерпретація квантової механіки	2
2.1	Пам'ять квантового комп'ютера	3
3	Огляд існуючих мов	3
3.1	QCL	3
3.2	Quantum Lambda	3
4	Висновки	3

1 Попередні відомості

1.1 Лінійна алгебра

Нотація Дірака це компактний формалізм лінійної алгебри який будемо застосовувати для визначень квантової механіки.

Таблиця 1: Нотація Дірака

Нотація	Визначення
$ \psi\rangle$	загальний кет-вектор, наприклад $(c_0, \dots, c_n)^T$
$\langle\psi $	дуальний бра-вектор, наприклад (c_0^*, \dots, c_n^*)
$ n\rangle$	n-й базис вектор стандартного базису $N = (0\rangle, \dots, n\rangle)$
$ \tilde{n}\rangle$	n-й базис вектор стандартного базису $\tilde{N} = (\tilde{0}\rangle, \dots, \tilde{n}\rangle)$
$\langle\phi \psi\rangle$	скалярний добуток
$ \phi\rangle \otimes \psi\rangle$	тензорний добуток

2 Інтерпретація квантової механіки

В залежності від того як саме моделюються та конструюються гільбертові простори та гамільтоніани, виникають різні теорії, від нерелятивістської квантової електродинаміки до квантової хронодинаміки яка вводить поняття кварків та глюонів.

Теорія квантових обчислень — це ще одна теорія поверх абстрактного квантового формалізму та є інтерпретацією квантової механіки. Однак це не фізична теорія в тому сенсі, що вона не описує природний процес, а є ближчою до схемотехніки, з квабітами та квантовими вентилями, без визначення як саме моделюється квантова система, вона може бути або фізичним об'єктом або симулятором.

Точно так як для апаратного забезпечення будуються мови програмування та вищі мови програмування, так само для квантових обчислень, квантових станів та квантових логічних елементів (вентилів), існують свої мови програмування. У наступній секції дамо огляд існуючих мов та підходів до їх побудови, а тут дамо основні принципи та компоненти архітектури квантових обчислень, аби пояснити основні мовні елементи.

2.1 Пам'ять квантового комп'ютера

Визначення 1. (Квантовий біт). Квантовий біт або кваліт визначається як квантова система стан якої може бути повністю виражений як суперпозиція двох ортонормованих власних базових станів позначених $|0\rangle$ та $|1\rangle$. Загальний стан $|\psi\rangle$ кваліта тоді визначається як $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$. Значення кваліта описується спостереженням $N = |1\rangle\langle 1|$. $\langle N \rangle$ дає вірогідність знайти систему в стані $|1\rangle$ якщо над квалітом були проведені виміри. Простір станів кваліта є гільбертовим простором $H = \mathbb{C}^2$. Ортонормована система $|0\rangle, |1\rangle$ називається обчислювальним базисом.

Сфера Блоха. Загальний стан кваліта може бути виражений в полярних координатах θ та ϕ :

$$|\psi\rangle = \cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + e^{i\phi}\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle.$$

Одиничний вектор стану $|\psi\rangle$ називається вектором Блоха \tilde{r}_ψ , та має наступну властивість $\tilde{r}_\phi = -\tilde{r}_\xi \leftrightarrow \langle\phi|\xi\rangle = 0$.

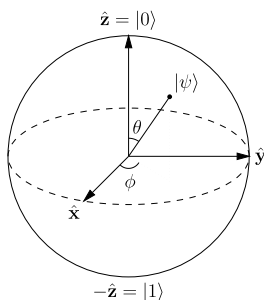


Рис. 1: Сфера Блоха як представлення кваліта $|\psi\rangle$

Визначення 2. (Машинне слово).

3 Огляд існуючих мов

3.1 QCL

3.2 Quantum Lambda

4 Висновки