

Kvantum programozás

Qubit, bevezetés a programozásba

Czégel András

2021

Programozni fogunk!

Szükséges háttérismeret: Python 3

Kellékek

Egyéb szükségletek:

Python package: numpy, qiskit, matplotlib

IBM account

Bevezető

IBM és a Qiskit

Bevezető

Intuíció

Reprezentáció

$$\alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$$
$$\alpha^2 + \beta^2 = 1 \quad \alpha, \beta \in \mathbb{C}$$

Note: $|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ $|1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

Bloch gömb, állapotvektor, Q gömb

Bloch sphere, statevector, Q-sphere

Reprezentáció

Bloch gömb

I kapu (IDENTITY)

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad |1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$I|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = |0\rangle$$

azaz: $1|0\rangle + 0|1\rangle$

X kapu (NOT)

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{Note: } |0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad |1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$X|0\rangle = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = |1\rangle$$

azaz: 0|0⟩ + 1|1⟩

Z kapu (PHASE)

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Note: $|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ $|1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

$$Z|1\rangle = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} = -|1\rangle$$

azaz: $0|0\rangle - 1|1\rangle$
de $Z|0\rangle = |0\rangle$

Y kapu (ROTATE)

$$Y = \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix}$$

$$|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad |1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$Y|0\rangle = \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ i \end{bmatrix} = |1\rangle$$

azaz: $0|0\rangle + i|1\rangle$

H kapu (HADAMARD)

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}$$

$$H|0\rangle = |+\rangle$$

$$H|1\rangle = |-\rangle$$

$$\alpha^2 + \beta^2 = 1$$

Egységkörön szebb.

α^2 -nyire 0 és β^2 -nyire 1

Mérés *measurement*

Nézzük csak a Bloch gömböt. Van 3 tengelyünk.