

Qiskit을 이용한 기초 양자회로 작성 및 실행



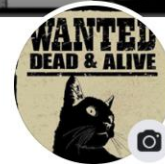
Qcenter – IonQ workshop

Junki Kim, Ph.D.

SAINT SKKU



Junki Kim. Ph.D. (김준기)
Assistant Professor @ SAINT, SKKU
junki.kim.q@skku.edu
Office: 83-205



<https://www.facebook.com/QCoinHype>
양자코인하는페이지
@QCoinHype · Science Website
[+ Add a Button](#)

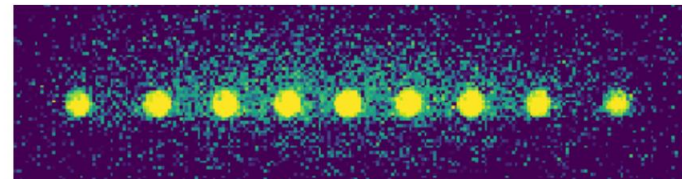
QuETI @ SKKU

[Home](#) · [Members](#) · [Research](#) · [Publications](#) [Q](#)

Quantum Engineering with Trapped Ions @ SKKU

Welcome to our group homepage!

We're currently recruiting motivated graduate students who are interested in ion trap quantum engineering! Please contact Prof. Junki Kim.



①

<https://sites.google.com/view/queti>

오늘의 강의 내용

- 양자 회로의 기초
- Qiskit 안내
- Qiskit 핵심 라이브러리
 - QuantumCircuit
 - Backend & Job
 - Visualization

시작하기 전에

- 오늘의 튜토리얼을 위한 노트북은 여기서 받으실 수 있습니다.

https://github.com/JKQuantum/QCenter_lecture

- 쥬피터 노트북 또는 구글 코랩으로 실행하시면 됩니다.
 - 파이썬 3.6 환경 권장

큐비트

Bit
(Classical Computing)

0



1

Qubit
(Quantum Computing)

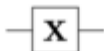

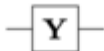
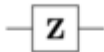
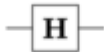
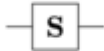

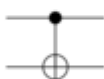
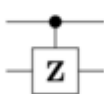



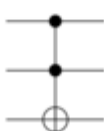
0



1

- 양자컴퓨팅/양자정보의 기초 정보 단위
- 비트는 0 또는 1 (Boolean)
- 큐비트는 0과 1의 중첩상태를 허용
 $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle, |\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$
(2-dimensional complex ray)

양자게이트

Operator	Gate(s)	Matrix
Pauli-X (X)	 	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$
Pauli-Y (Y)		$\begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix}$
Pauli-Z (Z)		$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
Hadamard (H)		$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
Phase (S, P)		$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{bmatrix}$
$\pi/8$ (T)		$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\pi/4} \end{bmatrix}$
Controlled Not (CNOT, CX)		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
Controlled Z (CZ)	 	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$
SWAP	 	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
Toffoli (CCNOT, CCX, TOFF)		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

- 큐비트에 가해지는 양자역학적 게이트

- 특징

- Unitary Operation

$$U^\dagger U = U U^\dagger = I$$

- Linear

$$U(|\psi\rangle + |\phi\rangle) = U|\psi\rangle + U|\phi\rangle$$

- Matrix 형태로 기술 가능

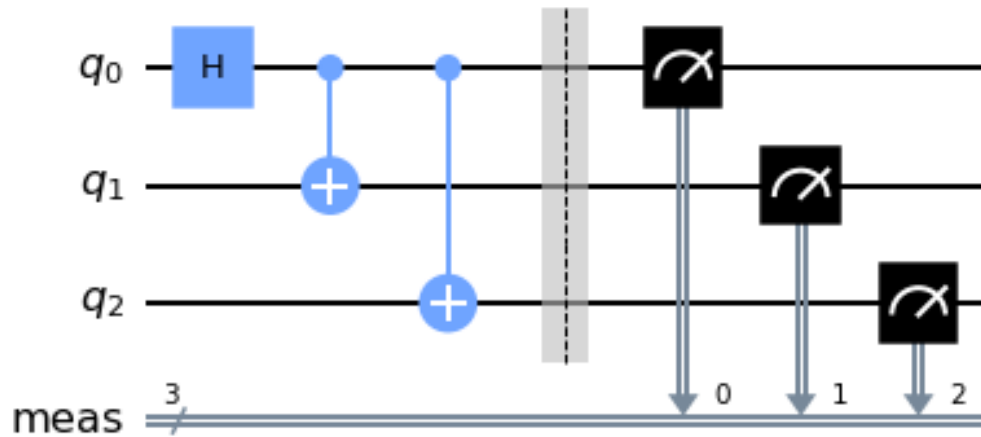
$$U_{ij} = \langle i|U|j\rangle$$

측정

- 큐비트를 측정하면 0 또는 1의 결과를 얻을 수 있음 (양자상태는 붕괴)
- $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ 큐비트를 측정했을 때 각 결과에 대한 확률은 $P_0 = |\alpha|^2, P_1 = |\beta|^2$
- 일반적으로 여러 번의 측정을 통해 확률적인 분포를 얻게 됨

양자회로

- 양자알고리즘을 하드웨어 구현하기 위한 계산적 모델



- 각 라인은 큐비트를 나타냄
- 게이트는 블록 형태로 나타남
- 측정은 양자상태를 붕괴시키고 0 또는 1의 결과를 저장함

Nice sidekick : Quirk

- Handy toolbox for quantum circuit

<https://algassert.com/quirk>

Qiskit

- IBM이 만든 오픈소스 양자컴퓨팅 SDK
- 양자회로 제작, 백엔드를 활용한 양자컴퓨팅 수행, 노이즈 분석 등 양자컴퓨팅 개발에 유용한 다양한 툴이 개발되어 있음.
- <https://qiskit.org/>



튜토리얼

- 오늘의 튜토리얼을 위한 노트북은 여기서 받으실 수 있습니다.

https://github.com/JKQuantum/QCenter_lecture

- 쥬피터 노트북 또는 구글 코랩으로 실행하시면 됩니다.
 - 파이썬 3.6 환경 권장