

[양자컴퓨터 코딩으로 이해하는 양자역학]

양자 얽힘 만들어 보기



www.helloapps.co.kr

김 영 준 / 070-4417-1559 / splduino@gmail.com

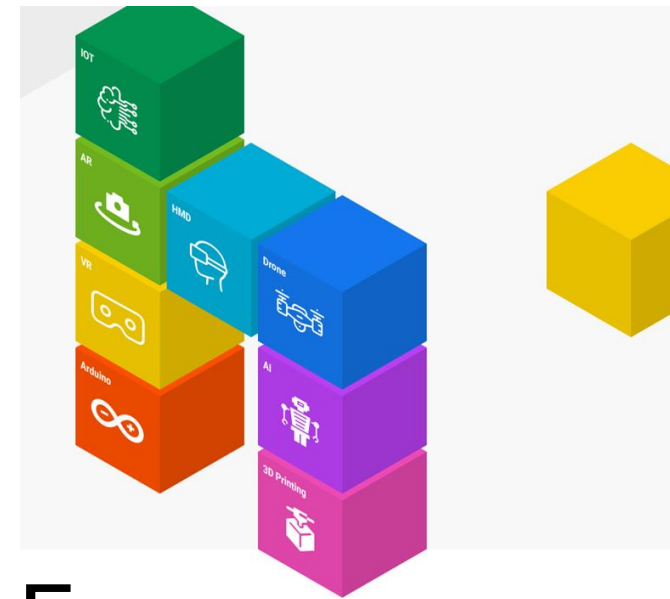
양자컴퓨터 코딩 준비하기

- 실험을 위한 양자컴퓨터 코딩 SW와 교재는 아래의 사이트에서 다운로드 받습니다.

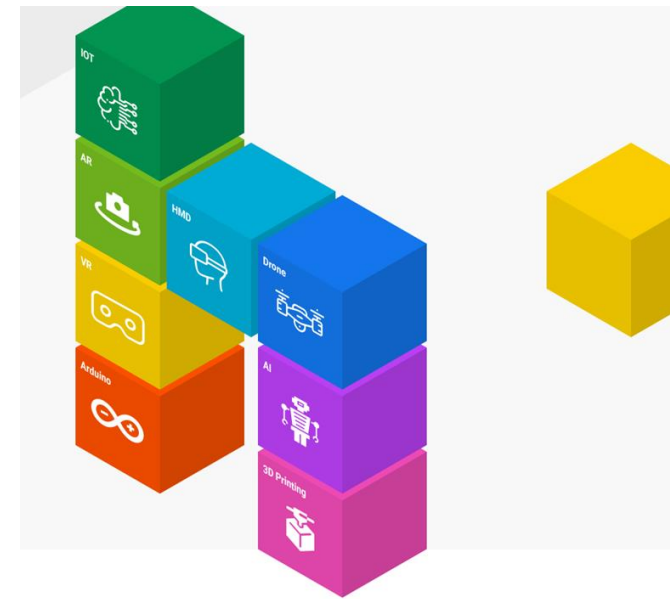
✓ helloapps.co.kr

✓ 헬로앱스

✓ 상단의 양자컴퓨터 메뉴 클릭후 SW 다운로드



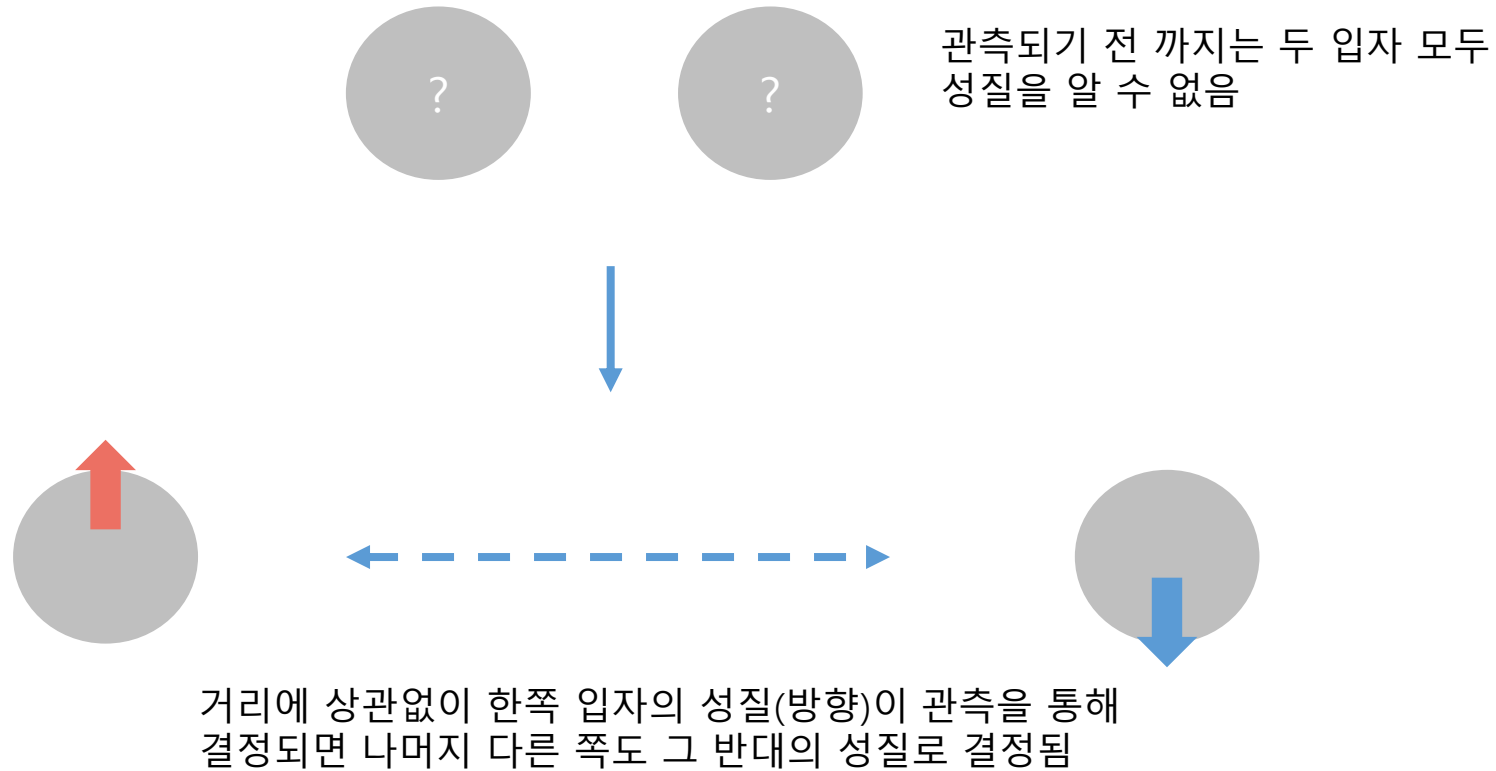
양자 얽힘이란



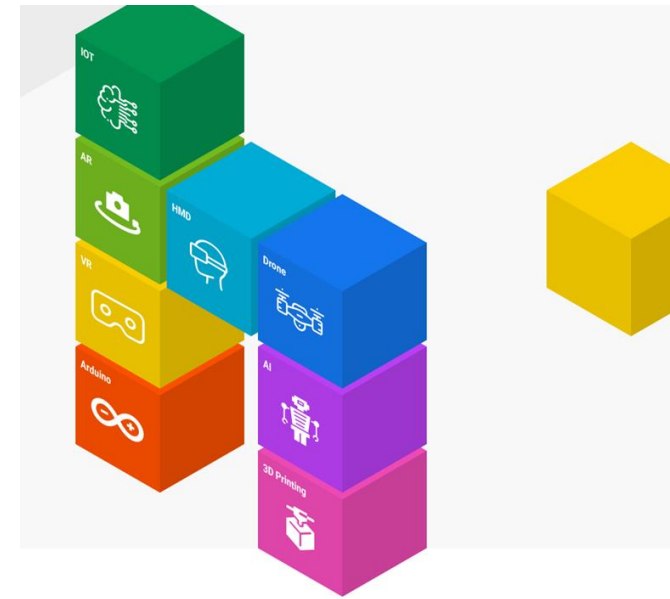
양자 얽힘이란



둘로 쪼개진 입자들은 거리에 상관없이 한 쪽 입자의 성질이 결정되면 나머지 입자의 성질도 그 즉시 결정된다는 의미입니다.



양자 얽힘 만들기



양자 얽힘 만들기



새파일 작성후 다음과 같이 2개의 큐빗을 설정합니다.

The screenshot shows a quantum programming interface with two main panels: '양자 코딩 명령어' (Quantum Coding Commands) on the left and '블록모드' (Block Mode) on the right. The '양자 코딩 명령어' panel has a dropdown menu with three options: '로직 명령어' (Logic Commands), '양자 로직 명령어' (Quantum Logic Commands), and '양자 회로 입출력' (Quantum Circuit I/O). Below this menu are five buttons: '큐빗 레지스터' (Qubit Register), '출력 레지스터' (Output Register), '측정하기' (Measure), '초기화하기' (Initialize), and '측정 문자열 읽기' (Read Measurement String). The '블록모드' panel has two tabs: '블록모드' (selected) and '텍스트모드' (Text Mode). Under the '블록모드' tab, there are two red blocks: '큐빗 레지스터 q, 1' and '출력 레지스터 c, 1'. Each block has a close button (X) on the right. An orange arrow points from the '양자 회로 입출력' menu to the '큐빗 레지스터' button. Two red arrows point from the '큐빗 레지스터' and '출력 레지스터' buttons to the corresponding blocks in the '블록모드' panel.

양자 얽힘 만들기



큐빗 레지스터의 개수를 2로 수정합니다.

The screenshot shows a quantum circuit editor interface. On the left, under the '블록모드' (Block Mode) tab, there is a list of components: '큐빗 레지스터 q, 2' (Qubit Register q, 2) and '출력 레지스터 c, 1' (Output Register c, 1). A red arrow points from the '2' in the first component to the '속성' (Properties) panel on the right. The '속성' panel shows the '큐빗 레지스터' (Qubit Register) component with the following properties: '이름' (Name) is 'q' and '길이' (Length) is '2'. Each property has a corresponding 'x' button to remove it.

양자 얽힘 만들기



출력 레지스터의 개수를 2로 수정합니다.

The screenshot shows a quantum circuit editor interface with two main panels: '블록모드' (Block Mode) and '컴포넌트' (Component). The '블록모드' panel contains a list of components:

- 큐비트 레지스터 q, 2
- 출력 레지스터 c, 2

The '컴포넌트' panel shows the properties for the selected '출력 레지스터' (Output Register):

- 속성: 출력 레지스터
- 이름: c
- 길이: 2

A red arrow points from the '출력 레지스터 c, 2' entry in the '블록모드' panel to the '길이' (Length) input field in the '컴포넌트' panel, which is currently set to 2.

양자 얽힘 만들기



레지스터의 개수가 모두 2로 수정되었습니다.

The screenshot shows a quantum circuit builder interface. On the left, a sidebar titled '양자 코딩 명령어' (Quantum Coding Commands) lists various components: '로직 명령어' (Logic Command), '양자 로직 명령어' (Quantum Logic Command), '양자 회로 입출력' (Quantum Circuit I/O), '큐비트 레지스터' (Qubit Register), '출력 레지스터' (Output Register), '측정하기' (Measure), '초기화하기' (Initialize), '측정 문자열 읽기' (Read Measurement String), and '단일 큐비트 게이트' (Single Qubit Gate). On the right, the '블록모드' (Block Mode) view shows two red blocks: '큐비트 레지스터 q, 2' (Qubit Register q, 2) and '출력 레지스터 c, 2' (Output Register c, 2), each with a close button (X).

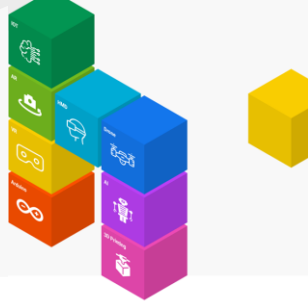
양자 얽힘 만들기



멀티 큐비트 게이트 그룹에 있는 CX 게이트 명령어를 추가합니다.

The screenshot shows a quantum circuit editor interface. On the left, a sidebar titled '양자 코딩 명령어' (Quantum Coding Commands) lists various gate types. An orange arrow points to the 'CX 게이트' (CX Gate) option under the '멀티 큐비트 게이트' (Multi-qubit Gate) category. A red arrow points from this option to the main workspace. The workspace is divided into '블록모드' (Block Mode) and '텍스트모드' (Text Mode). In Block Mode, three gates are visible: '큐비트 레지스터 q, 2' (Qubit Register q, 2), '출력 레지스터 c, 2' (Output Register c, 2), and 'CX 게이트 q[0], q[1]' (CX Gate q[0], q[1]). The CX gate is highlighted with a dark blue background and a white radio button, indicating it is the selected gate to be added to the circuit.

양자 얽힘 만들기



양자회로 입출력 명령어 그룹에서 측정하기 명령어를 추가합니다.

The screenshot shows a quantum circuit editor interface. On the left, a sidebar titled '양자 코딩 명령어' (Quantum Coding Commands) lists various gates and operations. An orange arrow points to the '양자 회로 입출력' (Quantum Circuit I/O) group, which is expanded to show '큐비트 레지스터' (Qubit Register), '출력 레지스터' (Output Register), '측정하기' (Measure), '초기화하기' (Initialize), and '측정 문자열 읽기' (Read Measurement String). A red arrow points from the '측정하기' option in the sidebar to the '측정하기 q, c' block in the main workspace. The main workspace is titled '블록모드' (Block Mode) and '텍스트모드' (Text Mode). It contains a list of blocks: '큐비트 레지스터 q, 2' (Qubit Register q, 2), '출력 레지스터 c, 2' (Output Register c, 2), 'CX 게이트 q[0], q[1]' (CX Gate q[0], q[1]), and '● 측정하기 q, c' (Measure q, c). The '측정하기 q, c' block is highlighted in purple, indicating it is the selected element.

양자 얽힘 만들기



측정 문자열 읽기 명령어를 추가합니다.



양자 코딩 명령어	블록모드	텍스트모드
로직 명령어		
양자 로직 명령어		
양자 회로 입출력		
큐비트 레지스터	큐비트 레지스터 q, 2	×
출력 레지스터	출력 레지스터 c, 2	×
측정하기	CX 게이트 q[0], q[1]	×
초기화하기	측정하기 q, c	×
측정 문자열 읽기	<input checked="" type="radio"/> r = 측정 문자열 읽기(c)	×

양자 얽힘 만들기



양자 회로 분석 명령어 그룹에서 상태 다이어그램 표시하기 명령어를 추가합니다.

양자 코딩 명령어

- 로직 명령어
- 양자 로직 명령어
- 양자 회로 입출력
- 단일 큐비트 게이트
- 멀티 큐비트 게이트
- 양자 회로 분석
 - 회로 다이어그램 표시하기
 - 상태 다이어그램 표시하기
 - 큐비트 정보 저장하기
 - 3차원 양자상태 표시하기

블록모드 텍스트모드

- 큐비트 레지스터 q, 2
- 출력 레지스터 c, 2
- CX 게이트 q[0], q[1]
- 측정하기 q, c
- r = 측정 문자열 읽기(c)
- 상태 다이어그램 표시하기

양자 얽힘 만들기



실행 버튼을 클릭합니다.

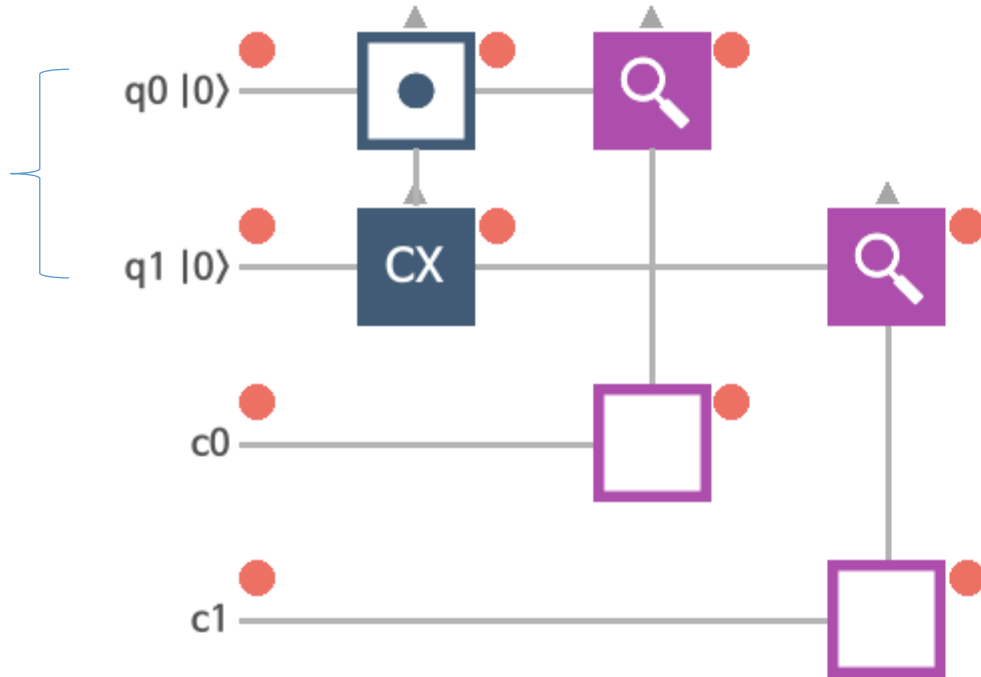


양자 얽힘 만들기



상태 다이어그램을 보면 0번 큐비트와 1번 큐비트가 중간에 연결된 것이 보입니다.

2개의 큐비트가
연결되어 있음

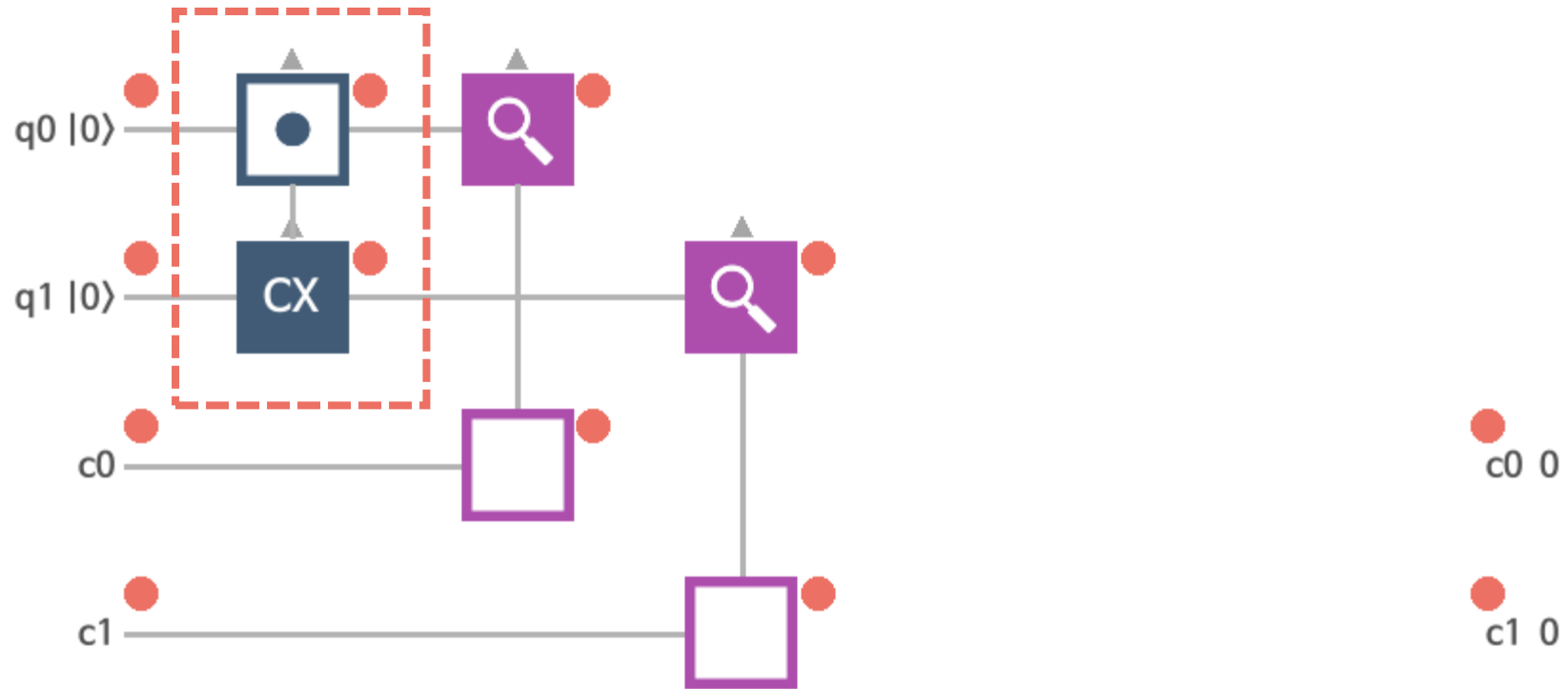


c_0 0
 c_1 0

양자 얽힘 만들기



상태 다이어그램을 보면 0번 큐비트와 1번 큐비트가 중간에 연결된 것이 보입니다.

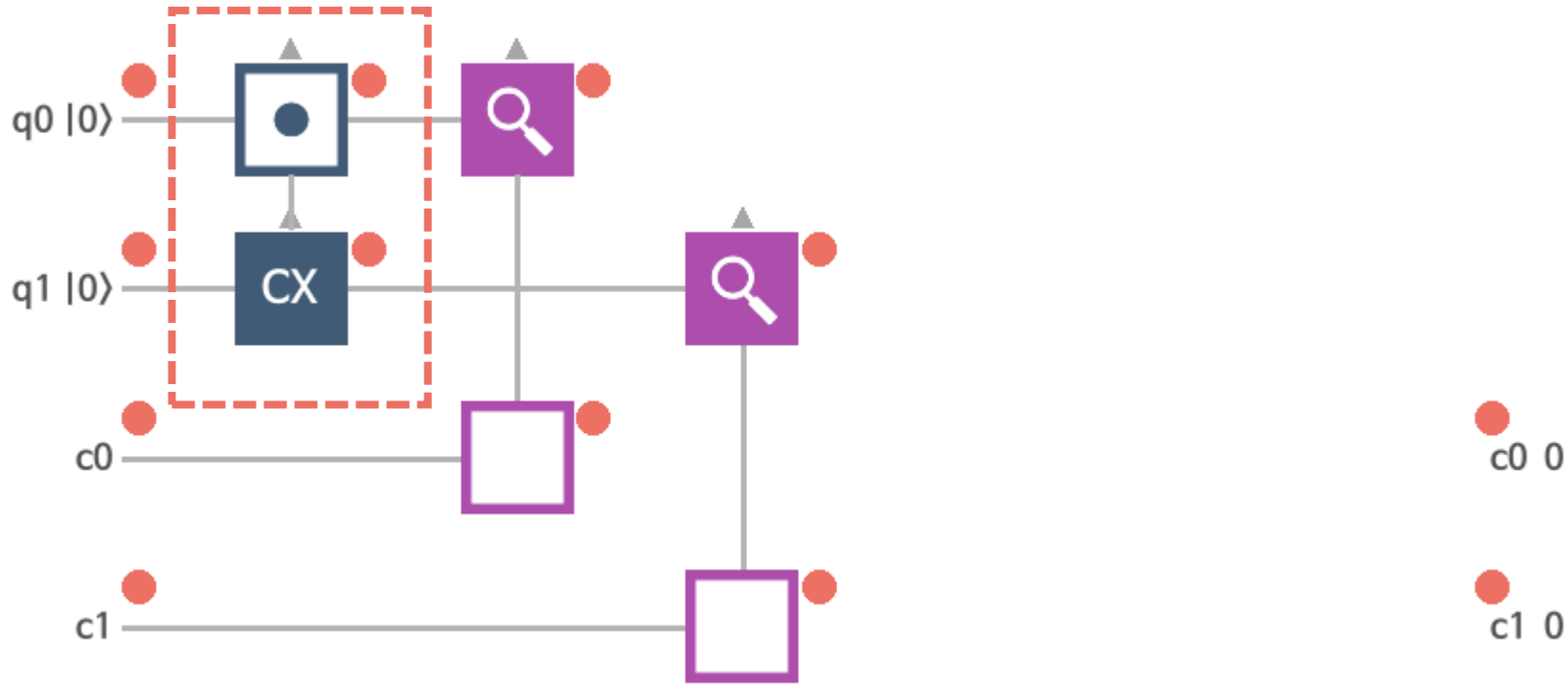


CX라고 표시된 게이트는 Controlled X Gate의 약자입니다.
즉, CX에 연결된 다른 큐비트의 상태가 1이면 X 게이트 (180도 회전) 명령어를
수행하고 그렇지 않으면 변경을 하지 말라는 의미입니다.

양자 얽힘 만들기

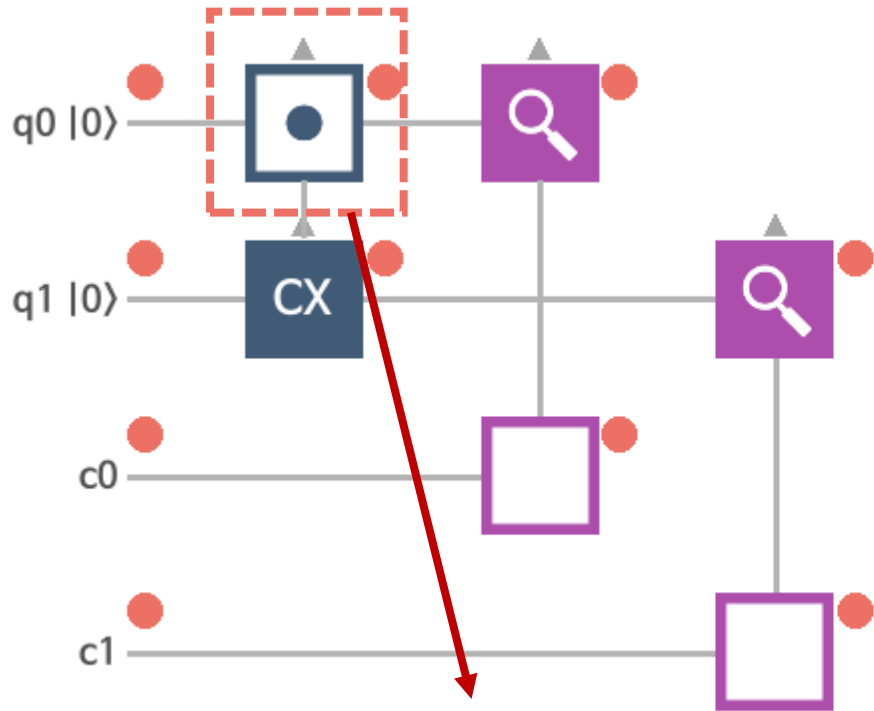


상태 다이어그램을 보면 0번 큐비트와 1번 큐비트가 중간에 연결된 것이 보입니다.



if ($q0$ 의 상태가 1이면)
 $q1$ 의 상태를 반대로 뒤집어라
else
 그렇지 않으면 $q1$ 상태를 그대로 유지해라

양자 얽힘 만들기

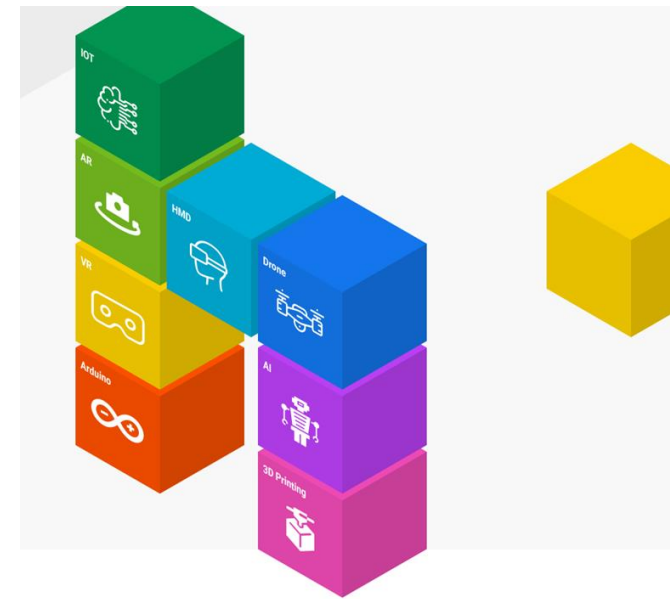


c0 0
c1 0

q0의 상태에 따라 Q1의 상태를 바꿀지 말지 결정

현재 q0가 0의 확률이기 때문에 q1에는 아무런 변화가 없음

q1의 값이 바뀌려면?



양자 얽힘 만들기



단일 큐비트 게이트 그룹에 있는 X 게이트 명령어를 출력 레지스터 명령어 바로 아래에 추가합니다.

The screenshot shows a quantum programming interface with two main panels. The left panel, titled '양자 코딩 명령어' (Quantum Coding Commands), contains a list of categories: '로직 명령어' (Logic Commands), '양자 로직 명령어' (Quantum Logic Commands), '양자 회로 입출력' (Quantum Circuit I/O), '단일 큐비트 게이트' (Single Qubit Gate), 'H 게이트' (H Gate), 'X 게이트' (X Gate), 'Y 게이트' (Y Gate), 'Z 게이트' (Z Gate), and 'S 게이트' (S Gate). An orange arrow points to the '단일 큐비트 게이트' category. The right panel, titled '블록모드' (Block Mode), shows a list of operations: '큐비트 레지스터 q, 2' (Qubit Register q, 2), '출력 레지스터 c, 2' (Output Register c, 2), 'X 게이트 q[0]' (X Gate q[0]), 'CX 게이트 q[0], q[1]' (CX Gate q[0], q[1]), '측정하기 q, c' (Measure q, c), 'r = 측정 문자열 읽기(c)' (r = Read measurement string (c)), and '상태 다이어그램 표시하기' (Show state diagram). A red arrow points to the 'X 게이트 q[0]' option.

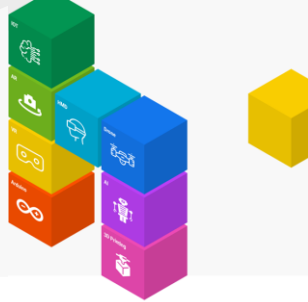
양자 얽힘 만들기



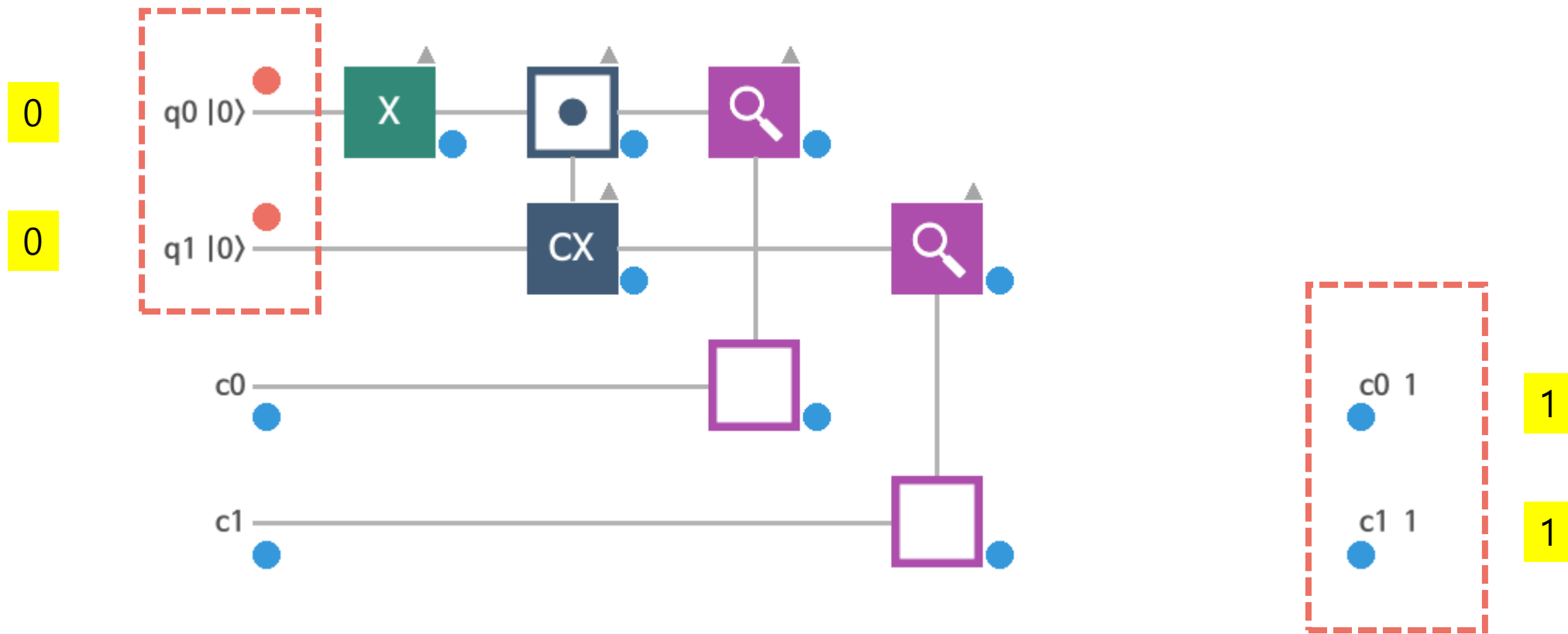
실행 버튼을 클릭합니다.



양자 얽힘 만들기



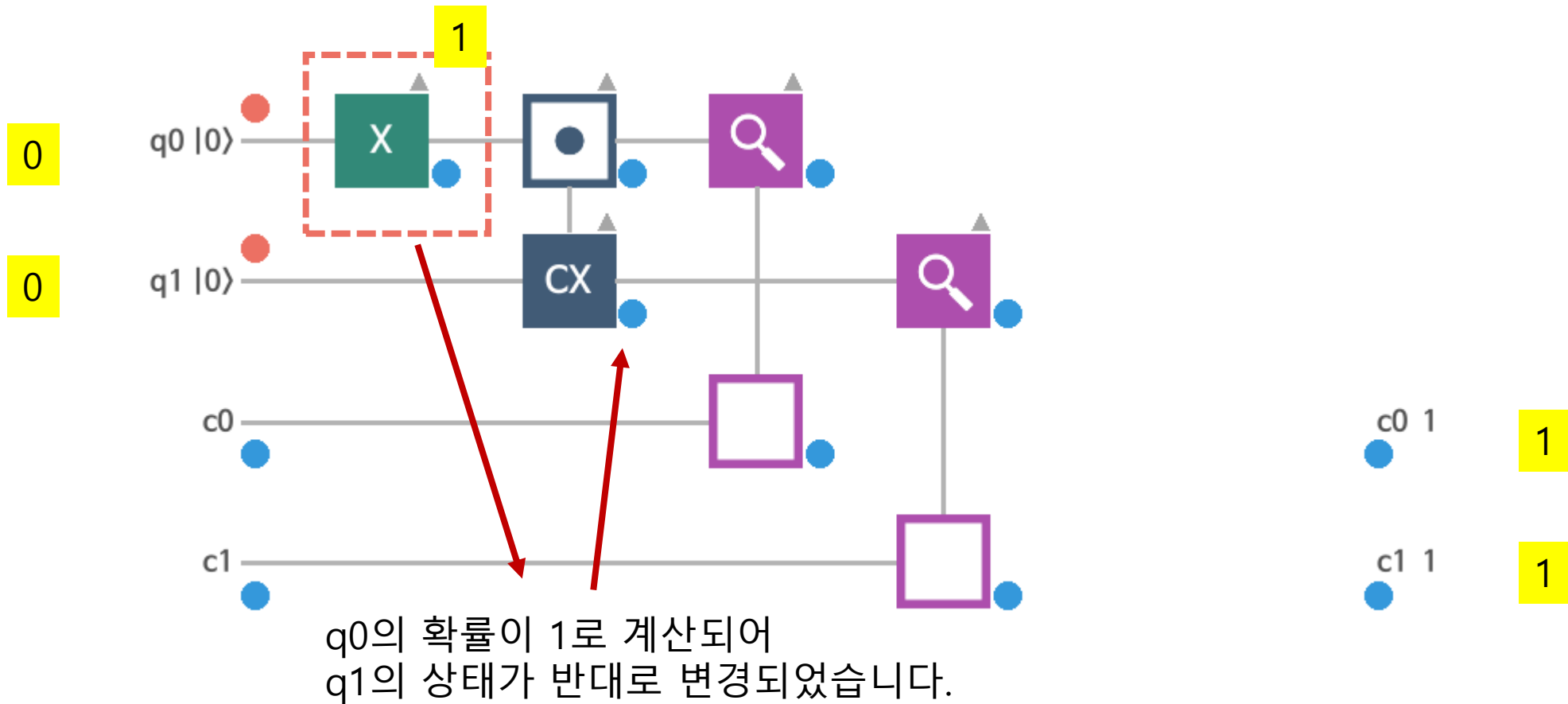
0 0 이었던 상태가 1 1 로 변경되었습니다.



양자 얽힘 만들기



0 0 이었던 상태가 1 1 로 변경되었습니다.



양자 얽힘 만들기



양자코딩에서는 두 개 이상의 큐비트가 연결된 명령어는 모두 양자얽힘 상태가 됩니다.

