

Qubits

Beatriz Fresno Naumova

En la computación cuántica, el *qubit* (o bit cuántico) es la unidad básica de información. A diferencia de los bits clásicos que solo pueden tomar los valores 0 o 1, un qubit puede existir en múltiples estados simultáneamente, gracias a las propiedades cuánticas de superposición y entrelazamiento.

Estados de un Qubit

Un qubit puede estar en dos estados base, representados como $|0\rangle$ y $|1\rangle$, que son análogos a los estados 0 y 1 en un bit clásico. Sin embargo, un qubit también puede estar en una combinación lineal de estos dos estados:

$$|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$$

Donde α y β son números complejos y representan las probabilidades de encontrar al qubit en los estados $|0\rangle$ y $|1\rangle$ al realizar una medición. La condición es que la suma de los cuadrados de sus magnitudes debe ser 1:

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

Superposición

La superposición es una de las propiedades más importantes de los qubits. Un qubit puede estar en una superposición de los estados $|0\rangle$ y $|1\rangle$, lo que significa que hasta que se mida, no está en un estado definido como un bit clásico. Esta propiedad permite que los qubits puedan procesar una cantidad mucho mayor de información en comparación con los bits clásicos, ya que pueden representar 0 y 1 al mismo tiempo.

Al medir un qubit en superposición, colapsa a uno de los estados base, ya sea $|0\rangle$ o $|1\rangle$, con probabilidades que dependen de los coeficientes α y β .

Ejemplo de Superposición

Antes de medir un qubit en superposición:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} |0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |1\rangle$$

Aquí, el qubit tiene la misma probabilidad de colapsar a $|0\rangle$ o $|1\rangle$, ya que los coeficientes α y β tienen el mismo valor.

Colapso

Cuando se mide un qubit, su estado de superposición colapsa a uno de los estados base, $|0\rangle$ o $|1\rangle$, de acuerdo con la probabilidad determinada por los coeficientes α y β . El colapso es instantáneo y hace que el qubit pase de estar en múltiples estados a estar en un estado definido.

Entrelazamiento

El entrelazamiento cuántico ocurre cuando dos o más qubits se correlacionan de tal manera que el estado de un qubit no puede describirse independientemente del estado del otro, incluso si están separados por grandes distancias. Si los qubits están entrelazados, una medición en uno afectará inmediatamente el estado del otro, sin importar la distancia que los separe. Este fenómeno es clave para muchas aplicaciones cuánticas, como la teleportación cuántica y el cifrado cuántico.

Ejemplo de Entrelazamiento

Un par de qubits entrelazados pueden estar en el estado:

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

Esto significa que, si medimos el primer qubit y encontramos que está en $|0\rangle$, entonces el segundo qubit también estará en $|0\rangle$. De manera similar, si el primer qubit está en $|1\rangle$, el segundo también lo estará, independientemente de la distancia entre ellos.

Conclusión

Los qubits son fundamentales para la computación cuántica gracias a sus propiedades únicas de superposición, colapso y entrelazamiento. Estas características permiten que los qubits manejen y procesen información de maneras que no tienen equivalente en la computación clásica, abriendo la puerta a aplicaciones revolucionarias en campos como la criptografía, la simulación de sistemas físicos complejos y el procesamiento masivo de datos.