

# क्वांटम कम्प्यूटिंग

## 1. क्वांटम कम्प्यूटिंग क्या है?

- क्वांटम कम्प्यूटिंग एक प्रकार की गणना है जो कणों के क्वांटम यांत्रिक गुणों का लाभ उठाकर डेटा पर ऐसे पैमाने पर संचालन करती है जो पारंपरिक कम्प्यूटरों के साथ संभव नहीं है।
- क्वांटम कम्प्यूटर क्लासिकल कम्प्यूटरों की तुलना में जटिल समस्याओं को काफी तेजी से हल करने में सक्षम होते हैं, खासकर क्रिप्टोग्राफी, सामग्री विज्ञान और जटिल सिस्टम सिमुलेशन जैसे क्षेत्रों में।
- क्वांटम कम्प्यूटिंग की अवधारणा 1980 के दशक की शुरुआत में रिचर्ड फेनमैन और यूरी मैनिन द्वारा एक ऐसी मशीन के विचार का प्रस्ताव देने के साथ उत्पन्न हुई जो क्वांटम मैकेनिकल सिद्धांतों पर काम करती है।

## 2. क्वांटम कम्प्यूटिंग के सिद्धांत

### सुपरपोजिशन

- **विचार:** सुपरपोजिशन क्वांटम तथ्य को संदर्भित करता है जहां कण एक साथ कई अवस्थाओं में मौजूद होते हैं, जिससे क्वांटम कम्प्यूटर एक साथ कई गणनाएं करने में सक्षम होता है।
- **अनुप्रयोग:** यह सिद्धांत समानांतर कम्प्यूटिंग और क्रिप्टोग्राफी में महत्वपूर्ण अनुप्रयोग पाता है।

### क्वांटम बिट्स (क्यूबिट्स)

- **परिभाषा:** क्लासिकल बिट्स के विपरीत, जो 0 या 1 हो सकते हैं, एक क्वांटम बिट (क्यूबिट) सुपरपोजिशन के सिद्धांत के कारण, 0 और 1 दोनों के अनुरूप स्थिति में एक साथ मौजूद हो सकता है।
- **कार्य साधन:** सुपरपोजिशन के सिद्धांत का उपयोग करते हुए, एक क्वांटम बिट (क्यूबिट) एक साथ 1 और 0 की स्थिति में मौजूद हो सकता है, जिससे यह एक साथ कई गणनाएं करने में सक्षम होता है। समानांतर ब्रह्मांडों के बीच सहयोग के रूप में वर्णित यह घटना, प्रत्येक क्यूबिट को जोड़ने के साथ कम्प्यूटेशनल शक्ति को तेजी से बढ़ाती है, जिससे कम्प्यूटेशनल क्षमताओं में क्रांति आ सकती है।

### उलझाव (Entanglement)

- **अवधारणा:** क्वांटम उलझाव एक भौतिक घटना है जहां एक कण की स्थिति दूसरे कण की स्थिति को तुरंत प्रभावित करती है, चाहे उन्हें अलग करने वाली दूरी कितनी भी हो।
- **अनुप्रयोग:** क्वांटम टेलीपोर्टेशन और क्वांटम कुंजी वितरण जैसे जटिल संचालन और एल्गोरिदम के लिए क्वांटम कम्प्यूटिंग में उलझाव का उपयोग किया जाता है।

## 3. क्वांटम कम्प्यूटिंग एल्गोरिदम

### शोर का एल्गोरिदम

- **उद्देश्य:** 1994 में पीटर शोर द्वारा विकसित, यह एल्गोरिदम क्लासिकल कंप्यूटर पर चलने वाले सबसे प्रसिद्ध एल्गोरिदम की तुलना में बड़ी संख्याओं को तेजी से कारक बना सकता है।
- **महत्व:** यह एल्गोरिदम वर्तमान क्रिप्टोग्राफिक तकनीकों के लिए खतरा है, क्योंकि यह संभावित रूप से एन्क्रिप्शन कोड को बहुत तेज़ी से क्रैक कर सकता है।

#### ग़ोवर का एल्गोरिदम

- **उद्देश्य:** 1996 में लव ग़ोवर द्वारा तैयार किया गया, इसे एक अवर्गीकृत डेटाबेस की खोज के लिए डिज़ाइन किया गया है।
- **क्षमता:** यह इन कार्यों को किसी भी शास्त्रीय एल्गोरिदम की तुलना में काफी तेजी से निष्पादित कर सकता है।

#### 4. वर्तमान विकास और भविष्य की संभावनाएँ

- **अनुसंधान और विकास:** कई राष्ट्र और निगम स्केलेबल और विश्वसनीय क्वांटम कंप्यूटर बनाने के लिए अनुसंधान और विकास में भारी निवेश कर रहे हैं (उदाहरण के लिए गूगल, IBM, अलीबाबा, अमेज़ॉन आदि)। अभी तक, IBM के पास इस क्षेत्र में नेतृत्व है।
  - नवंबर 2022 में, IBM ने अपनी नई 433-क्यूबिट ऑस्प्रे चिप का अनावरण किया, जो वर्तमान में दुनिया का सबसे शक्तिशाली क्वांटम प्रोसेसर है।
  - IBM के ओपन-सोर्स क्वांटम टूलकिट Qiskit पर 20 से अधिक क्वांटम कंप्यूटर उपलब्ध हैं।
  - IBM कुछ क्वांटम मशीनों तक मुफ्त पहुंच प्रदान करता है, जबकि स्टार्टअप और विद्वान जैसे ग्राहक भुगतान करके अधिक शक्तिशाली मशीनों को दूरस्थ रूप से पट्टे पर ले सकते हैं।
  - 2025 तक, IBM ने मॉड्यूलर क्वांटम सर्किट बनाकर 4,000 क्यूबिट को पार करने की योजना बनाई है जो एक ही कंप्यूटर में कई प्रोसेसर चिप्स को जोड़ता है।
- **संभावित अनुप्रयोग:** क्वांटम कंप्यूटिंग के कई क्षेत्रों में संभावित अनुप्रयोग हैं जिनमें दवा की खोज के लिए चिकित्सा, पोर्टफोलियो अनुकूलन के लिए वित्त और मार्ग अनुकूलन के लिए लॉजिस्टिक्स आदि शामिल हैं।
- **भारत की पहल:** भारत में, इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण प्रगति हो रही है, सरकार ने AWS के सहयोग से क्वांटम कंप्यूटिंग एप्लिकेशन लैब लॉन्च की है, जिसका लक्ष्य देश में क्वांटम कंप्यूटिंग अनुसंधान और विकास को बढ़ावा देना है।

#### 5. अनुप्रयोग क्षेत्र

क्वांटम कंप्यूटिंग एक तेजी से प्रगति करने वाला क्षेत्र है जिसमें विभिन्न डोमेन को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करने की क्षमता है। यहां वे प्रमुख क्षेत्र हैं जहां क्वांटम कंप्यूटिंग से पर्याप्त प्रभाव पड़ने की उम्मीद है:

- **आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस:** क्वांटम कंप्यूटिंग संभावित रूप से गहरी शिक्षा में प्रगति को बढ़ावा दे सकती है, क्वांटम यांत्रिकी की समझ को बढ़ा सकती है। इसके साथ ही, परिपक्व क्वांटम कंप्यूटर डेटा पैटर्न पहचान में पारंपरिक कंप्यूटरों से आगे निकल सकते हैं।
- **ऊर्जा भंडारण:** यह क्षेत्र बड़ी हुई क्षमता और दीर्घायु वाली बैटरियों के निर्माण में योगदान दे सकता है।
- **कृषि प्रगति:** क्वांटम कंप्यूटर स्वच्छ निषेचन विधियों को तैयार करने में भूमिका निभा सकते हैं।
- **साइबर सुरक्षा:** साइबर सुरक्षा प्रोटोकॉल को सुदृढ़ करने के लिए क्वांटम कंप्यूटिंग का अनुप्रयोग अपेक्षित है।
- **फार्मास्युटिकल नवाचार:** क्वांटम कंप्यूटिंग का आगमन दवा विकास की क्रांति में उत्प्रेरक हो सकता है, जो आणविक-स्तर क्वांटम यांत्रिकी के अनुकरण की अनुमति देता है।
- **सामग्री विज्ञान:** क्वांटम कंप्यूटर में नवीन इलेक्ट्रॉनिक सामग्री की खोज में सहायता करने की क्षमता है।
- **वित्तीय विश्लेषण:** क्वांटम कंप्यूटिंग वित्तीय मॉडलिंग को परिष्कृत करने, अधिक सटीक भविष्यवाणियों की सुविधा प्रदान करने के लिए तैयार है।
- **नवीकरणीय ऊर्जा:** यह प्रौद्योगिकी सौर ऊर्जा प्राप्त करने के तरीकों को बढ़ा सकती है।
- **शहरी नियोजन:** क्वांटम कंप्यूटर यातायात प्रवाह प्रबंधन को सुव्यवस्थित कर सकते हैं, भीड़भाड़ को कम कर सकते हैं और अधिक कुशल परिवहन प्रणालियों को बढ़ावा दे सकते हैं।
- **मौसम विज्ञान और पर्यावरण विज्ञान:** क्वांटम कंप्यूटिंग मौसम पूर्वानुमान सटीकता को बढ़ा सकती है और यह जलवायु परिवर्तन अध्ययन में एक महत्वपूर्ण उपकरण हो सकती है।

## 6. चिंताएँ

- **सुरक्षा जोखिम:** क्वांटम कंप्यूटर की महत्वपूर्ण कंप्यूटिंग शक्ति मौजूदा क्रिप्टोग्राफिक सिस्टम के लिए खतरा पैदा करती है, जो संभावित रूप से उन्हें अप्रचलित बना देती है। इससे संचार, वित्तीय लेनदेन और सैन्य सुरक्षा सहित संवेदनशील जानकारी की सुरक्षा से समझौता हो सकता है।
- **तकनीकी प्रभुत्व के लिए दौड़:** क्वांटम कंप्यूटिंग का विकास देशों, विशेष रूप से चीन और संयुक्त राज्य अमेरिका के बीच एक दौड़ बन गया है, क्योंकि वे इस विघटनकारी तकनीक में प्रतिस्पर्धात्मक बढ़त हासिल करने का प्रयास कर रहे हैं।
- **उद्योगों पर प्रभाव:** क्वांटम कंप्यूटिंग में पारंपरिक कंप्यूटिंग, क्रिप्टोग्राफी, लॉजिस्टिक्स, वित्त और अन्य को प्रभावित करते हुए विभिन्न उद्योगों को बाधित करने की क्षमता है।
- **नैतिक विचार:** क्वांटम कंप्यूटिंग गोपनीयता, डेटा सुरक्षा और दुरुपयोग की संभावना से संबंधित नैतिक प्रश्न उठाती है। जैसे-जैसे क्वांटम कंप्यूटर की कंप्यूटिंग शक्ति बढ़ती है, व्यक्तिगत और संवेदनशील जानकारी की सुरक्षा करना और भी महत्वपूर्ण हो जाता है।
- **आर्थिक असमानताएँ:** क्वांटम कंप्यूटिंग प्रौद्योगिकियों के विकास और तैनाती से देशों और उद्योगों के बीच आर्थिक असमानताएँ पैदा हो सकती हैं। क्वांटम कंप्यूटिंग संसाधनों और विशेषज्ञता तक पहुंच आर्थिक प्रतिस्पर्धात्मकता में एक निर्धारण कारक बन सकती है।

## **7. नए विनियमों की आवश्यकता**

- क्वांटम कंप्यूटिंग की तीव्र प्रगति के लिए संभावित जोखिमों को संबोधित करने और जिम्मेदार उपयोग सुनिश्चित करने के लिए नए नियमों और नीतियों के विकास की आवश्यकता है।
- डेटा सुरक्षा, एन्क्रिप्शन मानकों और अंतर्राष्ट्रीय सहयोग के लिए दिशानिर्देश स्थापित करना महत्वपूर्ण हो जाता है।

## **8. कौशल अंतर और प्रतिभा अधिग्रहण**

- क्वांटम कंप्यूटिंग के लिए विशेष ज्ञान और कौशल की आवश्यकता होती है। क्वांटम भौतिकी, कंप्यूटर विज्ञान और संबंधित क्षेत्रों में विशेषज्ञों की मांग बढ़ने की संभावना है।
- क्वांटम कंप्यूटिंग के सफल विकास और अपनाने के लिए कौशल अंतर को पाटना और शीर्ष प्रतिभा को आकर्षित करना आवश्यक होगा।