

सुरक्षित समुद्री संचार हेतु क्वांटम प्रौद्योगिकी

प्रलिस के लिये:

भारतीय नौसेना, क्वांटम यांत्रिकी, अर्द्धचालक, [इंटरनेट-ऑफ-थिंग्स](#), मशीन लर्निंग, [रोबोटिक्स](#), [कृत्रिम बुद्धिमत्ता](#) ।

मेन्स के लिये:

क्वांटम प्रौद्योगिकी, महत्त्व और चुनौतियाँ ।

चर्चा में क्यों?

रमन शोध संस्थान (Raman Research Institute- RRI) ने सुरक्षित समुद्री संचार के विकास के लिये [क्वांटम प्रौद्योगिकी](#) पर [भारतीय नौसेना](#) के साथ समझौता ज्ञापन (Memorandum of Understanding- MoU) पर हस्ताक्षर किये हैं ।

- RRI विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (Department of Science and Technology- DST) का एक स्वायत्त संस्थान है ।
- इस समझौते के तहत RRI की क्वांटम इंफॉर्मेशन एंड कंप्यूटिंग (QIIC) लैब [क्वांटम की वितरण \(Quantum Key Distribution- QKD\)](#) प्रौद्योगिकी को विकसित करने की दिशा में अनुसंधान पर्याप्तों का नेतृत्व करेगी ताकि भारतीय नौसेना मुक्त अंतरिक्ष संचार सुनिश्चित करने की दिशा में देश के पर्याप्तों में इसका लाभ हासिल कर सके ।

नोट:

- क्वांटम प्रौद्योगिकी विज्ञान और इंजीनियरिंग का एक क्षेत्र है जो क्वांटम यांत्रिकी सिद्धांतों के अध्ययन एवं अनुप्रयोग से संबंधित है ।
 - क्वांटम यांत्रिकी भौतिकी की वह शाखा है जो परमाणु और उप-परमाण्विक स्तर पर पदार्थ एवं ऊर्जा के व्यवहार का वर्णन करती है ।
- क्वांटम प्रौद्योगिकी के चार डोमेन हैं:
 - क्वांटम संचार
 - क्वांटम सन्तुलन
 - क्वांटम कंप्यूटेशन
 - क्वांटम सेंसिंग और मेट्रोलॉजी

क्वांटम संचार:

- परिचय:
 - क्वांटम संचार क्वांटम प्रौद्योगिकी का एक उपक्षेत्र है जो क्वांटम यांत्रिकी के सिद्धांतों का उपयोग करने वाले सुरक्षित संचार प्रणालियों के विकास पर केंद्रित है ।
 - क्वांटम संचार एन्क्रिप्शन हेतु मौलिक रूप से भिन्न दृष्टिकोण का उपयोग करता है ।
 - क्वांटम संचार का सबसे आम उदाहरण QKD है, जो दो पक्षों को एन्क्रिप्शन कुंजी उत्पन्न करने की अनुमति देता है जो वस्तुतः अचूक है ।
- क्वांटम संचार तंत्र :
 - सांकेतिक सूचना: यह सूचना क्वांटम बिट्स (Qubits) पर आधारित होती है, जो एक साथ कई राज्यों में मौजूद हो सकती है ।
 - इस गुण को सुपरपोज़िशन के रूप में जाना जाता है ।
 - संचारण सूचना: सांकेतिक क्वांटम बिट्स एक क्वांटम संचार चैनल, जैसे- [फाइबर ऑप्टिक केबल](#) या एक फ्री-स्पेस लकि पर प्रसारित होते हैं ।
 - क्वांटम बिट्स (Qubits) सामान्यतः एक समय में एक ही बार प्रेषित की जाती हैं ।

- **सूचना प्राप्त करना:** प्राप्तकर्ता समूह क्वांटम माप उपकरण का उपयोग करके क्वांटम बिट्स (Qubits) का मापन करता है।
 - गुप्त जानकारी को उजागर करते हुए क्यूबिट की सुपरपोज़िशन स्थिति को मापन प्रक्रिया द्वारा एकल स्थिति में से घटा दिया जाता है।
- **गुप्त रूप से सुनने वाली बातों का पता लगाना:** क्वांटम संचार की प्रमुख विशेषताओं में से एक यह है कि संचार पर ध्यान देने के किसी भी प्रयास से क्यूबिट की क्वांटम स्थिति बदल जाएगी, जिससे यह तुरंत पता लगाया जा सकेगा।
 - इसे "नो-क्लोनिंग प्रमेय" के रूप में जाना जाता है, यह क्वांटम यांत्रिकी का एक मूलभूत सिद्धांत है।
- **एक गुप्त कुंजी की स्थापना:** क्वांटम बिट्स (Qubits) के अनुक्रम का आदान-प्रदान करके प्रेषण और प्राप्त करने वाले समूहों की एक गुप्त कुंजी स्थापित कर सकते हैं जिसका उपयोग सुरक्षित संचार हेतु किया जा सकता है।
 - प्रेषित जानकारी की गोपनीयता और अखंडता सुनिश्चित करने हेतु इस कुंजी का उपयोग पारंपरिक कूटलेखन (एन्क्रिप्शन) और एल्गोरिदम के साथ किया जा सकता है।

समुद्री संचार में क्वांटम प्रौद्योगिकी:

- **सुरक्षित संचार:**
 - क्वांटम कूटलेखन (एन्क्रिप्शन) का उपयोग जहाजों और उनके तटीय ठिकानों के बीच सुरक्षित संचार सुनिश्चित करने हेतु किया जा सकता है, जिससे हैकर के लिये संचार को रोकना या छपिकर सुनना मुश्किल होता है।
- **हाई-स्पीड संचार:**
 - क्वांटम प्रौद्योगिकी लंबी दूरी पर सूचनाओं को तुरंत प्रसारित करने हेतु क्वांटम एलुसिबि का उपयोग करके जहाजों और उनके तटीय ठिकानों के बीच तीव्र संचार को संभव कर सकती है।
 - सीमिति और पारंपरिक संचार वधियों वाले दूरस्थ क्षेत्रों में संचार के लिये इसका विशेष रूप से उपयोग किया जा सकता है।
- **सटीक नौपरविहन:**
 - उच्च सटीकता के साथ पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का मापन करके नौपरविहन सटीकता में सुधार के लिये क्वांटम सेंसर का उपयोग किया जा सकता है।
 - यह जहाजों के पर्यावरण को आसान बनाने, बाधाओं से बचने और समग्र सुरक्षा में सुधार करने में मदद कर सकता है।
- **मौसम संबंधी पूर्वानुमान में सुधार:**
 - क्वांटम कंप्यूटर का उपयोग मौसम के पैटर्न के जटिल सिमुलेशन के लिये किया जा सकता है जिसकी सहायता से संभावित तूफान अथवा अन्य खतरनाक मौसम की स्थिति के बारे में नाविकों को सटीक और समय पर जानकारी प्रदान की जा सकती है।

आगे की राह

- विकास और कार्यान्वयन के प्रारंभिक चरण में होने के कारण QKD जैसी क्वांटम संचार प्रौद्योगिकियों को बड़े पैमाने पर लागू करना एक बड़ी चुनौती है।
 - व्यावहारिक परिस्थितियों में इस प्रौद्योगिकी का परीक्षण करने और कार्यान्वयन प्रक्रिया को परिष्कृत करने के लिये पायलट प्रोजेक्ट तैयार किये जा सकते हैं।
- क्वांटम संचार प्रौद्योगिकियों वकिसिति करना और क्रयान्वति करना काफी महंगा है। अनुसंधान एवं विकास के लिये पर्याप्त वित्तपोषण की सहायता से अधिक लागत प्रभावी समाधान प्राप्त किया जा सकता है।
 - क्वांटम संचार प्रौद्योगिकियों के मानकीकृत नहीं होने के कारण विभिन्न प्रणालियों के लिये एक-दूसरे के साथ सामंजस्य बठाना मुश्किल है।
- विभिन्न क्वांटम संचार प्रौद्योगिकियों को एक-दूसरे के साथ सामंजस्य स्थापित करने में संभव बनाने के लिये कुछ मानक और प्रोटोकॉल वकिसिति किये जा सकते हैं।

स्रोत: पी.आई.बी.