

# **1. Szeptember**

## **A Survey on quantum computing technology**

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-6-I-BME-455  
kódszámú Új Nemzeti Kiválóság  
Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs  
Alapból finanszírozott szakmai támogatásával  
készült.



Ezen pdf, az UNKP kutatás során új ismeretek és a kutatási  
eredmények összefoglalására hivatott.

# Összoglalás

## Bevezetés

Ez a fejezet a kvantumszámítástechnológia bevezetését tartalmazza. Kiemeli a kvantum számítási erőteljességét a klasszikus számításokhoz képest, említve például Shor prímfaktorizálási algoritmusát. Rámutat, hogy a fizikai rétegben a kvantum és a klasszikus eszközök szerkezete alapvetően különbözik. A kvantumregiszterek kvantumállapotokat hoznak létre, amelyek szuperpozíciót és összefonódást alkotnak. Az előnyöket és a korlátozásokat részletezi, például a klónozási tételt. Továbbá, említi, hogy jelenleg csak laboratóriumi környezetben léteznek kvantumszámítógépek, de a technológia fejlődik, és elérhetők lehetnek kisebb eszközök is. A tanulmány szerkezetét ismerteti, beleértve a legfrissebb eredmények áttekintését és az aktuális problémák kiemelését.

## Kvantum számítástechnika

Kvantumszámítógépek a kvantuminformáción alapulnak. Ezeket az információkat a kvantummechanikából nyerjük ki (pl: polarizáció, spin). Ezek az információk mind össze vannak fonódva így egymással összefügg az egész rendszer.

Kvantumszámítások alapvető tulajdonsága, hogy visszafordíthatóak. Egy NOT kapu kétszeri alkalmazásával ugyan azt az állapotot kell visszakapnunk.

Kvantum algoritmusok segítségével akár exponenciális, polinomiális gyorsulás is elérhető a klasszikus algoritmusokhoz

képest (pl: RSA nem oldható meg polinomiális idő alatt klasszikusan, kvantum algoritmussal igen) Ahhoz, hogy a QAlgoritmusok megvalósíthatóak legyenek Divencenzo kritériumának eleget kell tenni, azaz rendelkezni kell QRegiszterekkel, amelyeket ugyan olyan állapotba állíthatunk és a számítások elvégzése után az adatokat ezekből ki tudjuk nyerni.

## **Kvantumszámítógépek felépítése**

### **Kapuk**

Taffoli kapuk: NOT, CNOT univerzális kvantum számításra használhatók; csak a lényeges kimenetet tartják meg.

Fizikai megvalósításban: ioncsapdák, szupravezetők, lineáris optikai eszközök, gyémántok, kvantumpontok, donor-alapú rendszerek vagy topológiai kvantumszámítási elemek

A hibaszűrés/korrekciónak egy nem megoldott probléma ezen a területen.

### **Memória**

A kvantummemóriák létfontosságú szerepet játszanak a kvantumáramkörök számításaiban, kvantumállapotokat tárolva az információfeldolgozáshoz. Különböző megközelítések léteznek, mint például a topológiai kvantummemória, amely összefonódott kvantumrendszereket használ. Továbbra is kihívások vannak a memória élettartamának meghosszabbítása terén, bár történt némi előrelépés, például a szobahőmérsékletű kvantumbit memória elérése terén. A Quantum Random Access Memória (qRAM) qubiteket használ a memóriacellák címezésére, és

csökkenti az energiaigényt, kvantumoptikai megvalósítást használva. A neurális hálózatok optimalizálják a dinamikus szétválasztást a kvantummemóriák hibajavítása érdekében. A kvantum-memrisztorok és a qubit-alapú mem-kondenzátorok/meminduktorok potenciális alkalmazásokat kínálnak a kvantumszámítástechnikában.

## CPU

A kvantum CPU-k kvantumbuszokat alkalmaznak a funkcionális elemek közötti kommunikációhoz. A kvantumösszeadó a kvantumszámítások kulcsfontosságú összetevői. A kvantumáramkörök párhuzamosítása két hálózati modellt tartalmaz: a távolsági és a helyi kommunikációt, melyek hasonló összeadó teljesítményűek.

A Shor-féle prímfaktorizációs algoritmusban a kvantumátviteli hullámosító összeadó különféle forgatókönyvekben kiváló, és nagy számok gyors faktorizálását kínálja a klasszikus algoritmusokhoz képest.

Ez következőképpen működik

Először is van egy A és B kvantum regiszterünk. Az A-t szuperpozícióba helyezzük a Hadamard-kapuvál majd egy unitárius műveletet végzünk el a perióduskereséshez. B-t megmérjük majd A-n az inverz kvantum Fourier transzformációt alkalmazzuk, és újra megmérjük. Az első és a második mérés között jelentősen csökkent a kimenetek száma így a megoldás könyebben megtalálható.

dfsafdfa

---

# Nagyszabású kvantumszámítás

Szükség van nagy mennyiségű számítási kapacitásra, hogy a nehéz problémákat megoldjuk. Klasszikus számítással szemben több a helyigény. Jelenleg kvantumkapukat megvalósító számítógép léteznek és ezeket fejleszti a Google és az IBM. A kvantumszámítógépek fizikai megvalósítását 4 generációba soroljuk.

Ion csapdás,

szupererakonduktor és optika

monolitikus gyémánt, kvantum pontok vagy donor technológiás topológiai technológiát alkalmazó gépek

Legutolsónak előnye, hogy nincs szükség hibakorrekciónak viszont ennek is vannak további nyitott problémái.

Inverz QFT Qiskit Laboratory-ban:

[https://lab.quantum.ibm.com/user/63149945e67caa53d6556710/files/QAI\\_Monthly/September\\_Shor.ipynb?\\_xsrf=2%7C797c06b5%7C1fb4be5a06193e6cb8c6d85702961f4c%7C1701606053](https://lab.quantum.ibm.com/user/63149945e67caa53d6556710/files/QAI_Monthly/September_Shor.ipynb?_xsrf=2%7C797c06b5%7C1fb4be5a06193e6cb8c6d85702961f4c%7C1701606053)

## Új dolgok

- Unitary operations: Pauli, Hadamard kapu (polarizáció megváltoztatása)
- kvantum interferencia: akár csak hullámoknál, kioltathatják/erősíthetik egymást, pl: [amplitude amplification](#)-nél használják pl: a [Machine Learning](#) kvantumosításánál lesz jó
- physical layer:

- qubit-ek megvalósításának helye pl.: (atom energiaszintje, spin, polarizáció)
- quantum kapuk
- q áramkörök
- Control Electronics (állapot változtatásához kell)
- Cryogenic Systems (hűtés pl. spines megvalósításnál)
- Microwave or Laser Sources (állapot változtatásához kell)
- Error Correction
- Quantum State Readout (mi az eredmény)
- Q computational complexity
  - idő (lépésszám), hely (memória), polinomialitás,
- ancilla state: error correctionnál hasznos, tafolli kapuk eredményükkör eldobják
- kvantum Memrisztorok:
  - részecske vagy rendszer, amelynek ellenállása függ az áthaladó töltések előzményeitől
  - Potenciálisan hasznos az egyszerűsített szimulációkban, neuromorfológiai kvantumszámításokban és nem-Markovi rendszerek kvantumszimulációiban.
- nem Markovi rendszer: emlékszik, figyelembe veszi mi történt korábban
- Qubit-alapú Memkapacitorok és Meminduktorok: segítségükkel áram nélkül képesek vagyunk információ tárolásával