



KVANT KOMPYUTERLARINING ISHLASH PRINSIPI VA ISTIQBOLLARI

HUSANOVA NARGIZA

Annotatsiya: Ushbu maqolada kvant kompyuterlarning ishlash prinsipi, ularning klassik kompyuterlardan farqi, kvant bit (qubit) tushunchasi, superpozitsiya va kvant tutilish (entanglement) hodisalari asosida hisoblash jarayoni tushuntiriladi. Shuningdek, kvant algoritmlarining afzalliklari, amaliy qo'llanilish sohalari va kvant texnologiyalarining rivojlanish istiqbollari haqida fikr yuritiladi. Maqolada IBM, Google, Intel kabi kompaniyalar tomonidan ishlab chiqilayotgan kvant protsessorlari misolida ushbu texnologiyaning hozirgi holati va kelajakdagi muhim yo'nalishlari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: kvant kompyuter; qubit; superpozitsiya; tutilish (entanglement); kvant algoritmi; Shor algoritmi; kvant ustunligi; kvant texnologiya; IBM Q; Google Sycamore.

Kirish

So'nggi o'n yilliklarda informatika va hisoblash texnologiyalari sohasida eng katta inqiloblardan biri — kvant kompyuterlarning yaratilishidir. Klassik kompyuterlar ikkilik tizimda, ya'ni 0 va 1 qiymatlar bilan ishlaydi, kvant kompyuterlar **kvant mexanikasi qonunlariga** asoslanib, **0 va 1 holatlarni bir vaqtda** ifodalovchi **qubitlar** bilan ishlaydi.

Kvant hisoblashning asosiy g'oyasi — kvant tizimlarining superpozitsiya, interferensiya va tutilish (entanglement) kabi xususiyatlaridan foydalanib, parallel hisoblashni amalga oshirishdir. Shu sababli, kvant kompyuterlar murakkab masalalarni an'anaviy kompyuterlarga qaraganda **minglab marta tezroq** yecha oladi.

Bugungi kunda IBM, Google, Intel, D-Wave, Rigetti, Alibaba va boshqa yirik kompaniyalar kvant texnologiyalarni ishlab chiqish bilan shug'ullanmoqda. 2019-yilda Google o'zining **Sycamore** nomli kvant protsessori yordamida "kvant ustunligi"ni (quantum supremacy) namoyish etdi.

Ushbu maqolada kvant kompyuterlarning ishlash prinsipi, asosiy komponentlari, ularning afzalliklari va kelajakdagi istiqbollari batafsil tahlil qilinadi.

Asosiy qism

1. Kvant hisoblashning nazariy asoslari

Kvant kompyuterlar **kvant mexanikasi** qonunlariga asoslanadi. Bu soha subatom darajadagi zarrachalarning xatti-harakatini o'rganadi. Kvant mexanikasida zarrachalar





to'liqin va zarracha xususiyatlarini bir vaqtda namoyon qiladi. Shu tufayli, kvant tizim bir nechta holatda bir vaqtning o'zida bo'lishi mumkin — bu hodisa **superpozitsiya** deyiladi.

Klassik bit faqat **0** yoki **1** qiymatga ega bo'lsa, **qubit** (quantum bit) esa **0** va **1** holatlarning superpozitsiyasida bo'lishi mumkin. Matematik tarzda qubit holati quyidagicha ifodalanadi:

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

Bu yerda α va β kompleks sonlar bo'lib, ularning kvadrat modullari ehtimollikni ifodalaydi:

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

Yana bir muhim tushuncha — **kvant tutilish (entanglement)**. Bu hodisada ikkita qubit bir-biri bilan bog'lanib qoladi, hatto ular o'zaro uzoqda bo'lsa ham. Bir qubit holati o'zgarsa, ikkinchisining ham darhol o'zgaradi. Aynan shu xususiyat kvant hisoblashda parallel jarayonlarni amalga oshirishga imkon beradi.

Interferensiya esa kvant holatlarining bir-birini kuchaytirishi yoki yo'q qilishi orqali kerakli natijani tez topish imkonini beradi.

2. Kvant kompyuterlarning asosiy elementlari

Kvant kompyuterlar klassik kompyuterlarga o'xshab, ma'lumotni saqlash, qayta ishlash va natija chiqarish funksiyalarini bajaradi. Ammo bu jarayonlar butunlay kvant mexanikasi qonunlariga asoslanadi.

Asosiy elementlar:

1. **Qubitlar (Quantum bits)** – axborotni kvant holatida ifodalaydigan element. Ular superpozitsiya holatida bo'ladi.
 - o Fizik realizatsiyasi: ion tuzoqlari, supero'tkazuvchi halqalar, fotonlar, spin holatlari va boshqalar.
2. **Kvant eshiklari (Quantum gates)** – qubitlar holatini o'zgartiruvchi operatorlar. Ular klassik mantiqiy eshiklarga (AND, OR, NOT) o'xshaydi, lekin kvant interferensiyasini saqlaydi.
3. **Kvant sxemalar (Quantum circuits)** – ketma-ket joylashtirilgan kvant eshiklari tizimi bo'lib, ma'lum algoritmnini bajaradi.
4. **O'lchash (Measurement)** – hisoblash yakunida kvant holatini o'lchab, uni klassik ma'lumotga aylantiradi.
5. **Kvant xotira va sovutish tizimi** – qubitlar juda sezgir bo'lgani uchun, ular **mutlaq nolga yaqin** ($\approx -273^\circ\text{C}$) haroratda ishlaydi.





3. Kvant algoritmlarining afzalliklari

Kvant algoritmlar klassik algoritmlardan tubdan farq qiladi. Ular superpozitsiya va tutilish hodisalari orqali barcha mumkin bo'lgan natijalarni parallel tarzda hisoblab chiqadi.

Eng mashhur kvant algoritmlar:

- **Shor algoritmi (1994)** — katta sonlarni faktorlash uchun mo'ljallangan. U RSA shifrlash tizimini buzish imkoniga ega.
- **Grover algoritmi (1996)** — ma'lumotlar bazasida kerakli elementni an'anaviy usullarga qaraganda $N\sqrt{N}$ marta tez topadi.
- **Harrow-Hassidim-Lloyd (HHL)** algoritmi — chiziqli tenglamalar tizimini kvant usulida yechish uchun ishlatiladi.

Bu algoritmlar kvant kompyuterlarning **kriptoanalitika, simulyatsiya, optimizatsiya va mashina o'rganish** kabi sohalarda ulkan imkoniyatlarga ega ekanligini ko'rsatadi.

4. Amaliy qo'llanilish sohalari

Kvant kompyuterlar hozircha tajriba bosqichida bo'lsa-da, ularning potentsial amaliy sohalari nihoyatda keng:

- **Kriptografiya** – mavjud shifrlash algoritmlarini buzish yoki yangi kvant xavfsiz shifrlash tizimlarini yaratish.
- **Kimyo va materialshunoslik** – molekulyar jarayonlarni aniq modellashtirish, yangi dori va materiallarni topish.
- **Sun'iy intellekt** – kvant mashina o'rganish (Quantum Machine Learning) yordamida ma'lumotlarni tahlil qilish.
- **Moliyaviy tahlil** – xavf va foyda modellarini real vaqtda hisoblash.
- **Logistika va optimizatsiya** – transport yo'nalishlari va resurslarni eng maqbul taqsimlash.

IBM, Google, D-Wave, Rigetti, Alibaba va boshqa kompaniyalar allaqachon **kvant bulut xizmatlarini** ishga tushirgan, u orqali tadqiqotchilar masofadan turib kvant hisoblashlarni bajarishlari mumkin.

5. Kvant texnologiyasining hozirgi holati va istiqbollari

Bugungi kunda dunyodagi yetakchi laboratoriyalar turli turdagi kvant kompyuterlarni ishlab chiqmoqda:

- **IBM Q System One** – 127 qubitli kvant kompyuter (2023-yil holatiga ko'ra).





- **Google Sycamore** – 53 qubitli protsessor, “kvant ustunligi”ni isbotladi.
- **D-Wave Advantage** – 5000+ qubitli kvant annealer (optimallashtirish masalalari uchun).

Kvant texnologiyalarning rivojlanishidagi asosiy muammolar:

- **Dekogerensiya** – qubit holatlarining tez buzilishi;
- **Xatoliklarni tuzatish (error correction)** – kvant holatdagi noaniqliklarni bartaraf etish;
- **Barqaror sovutish tizimi** – mutlaq nolga yaqin haroratda ishlash zarurati.

Shunga qaramay, mutaxassislarning fikricha, 2035–2040-yillarga borib **barqaror kvant kompyuterlar** amaliy foydali natijalar bera boshlaydi.

Kvant hisoblashlar iqtisodiyot, tibbiyot, energetika, aloqa va hatto iqlim modellashirish sohalarida inqilobiy o‘zgarishlarni amalga oshirishi kutilmoqda.

Xulosa

Kvant kompyuterlar — insoniyat tarixidagi eng ilg‘or texnologik yutuqlardan biridir. Ularning ishlash prinsipi kvant mexanikasiga asoslanib, klassik kompyuterlarga nisbatan parallel va tezkor hisoblash imkonini beradi. Superpozitsiya, tutilish va interferensiya kabi hodisalar tufayli ular murakkab masalalarni bir zumda yechish qobiliyatiga ega.

Bugungi kunda hali texnik va nazariy to‘siqlar mavjud bo‘lsa-da, bu texnologiya rivojlanishda davom etmoqda. Kelajakda kvant kompyuterlar sun‘iy intellekt, dori yaratish, kriptografiya va global muammolarni hal etishda asosiy vositaga aylanadi. Shu sababli, kvant texnologiyalarini o‘rganish va ularga sarmoya kiritish — kelajak ilm-fanning eng muhim yo‘nalishidir.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. **Nielsen M.A., Chuang I.L.** *Quantum Computation and Quantum Information*. – Cambridge University Press, 2010.
2. **Preskill J.** *Quantum Computing in the NISQ era and beyond*. – Quantum 2, 2018.
3. **Arute F. et al. (Google AI Quantum).** *Quantum supremacy using a programmable superconducting processor*. – Nature, Vol. 574, 2019.
4. **IBM Quantum.** *The Future of Quantum Computing*. – <https://www.ibm.com/quantum>
5. **D-Wave Systems.** *Quantum Annealing Technology Overview*. – <https://www.dwavesys.com>
6. **Rigetti Computing.** *Cloud Quantum Services Documentation*. – <https://www.rigetti.com>





7. **O‘zbekiston Milliy Universiteti.** *Kvant fizikasining asoslari.* – Toshkent: Fan nashriyoti, 2021.
8. **Feynman R.** *Simulating Physics with Computers.* – International Journal of Theoretical Physics, 1982.
9. **Wikipedia.** *Quantum Computer, Qubit, Quantum Algorithm.* – https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_computer
10. **MDPI Electronics Journal.** *Progress and Challenges in Quantum Information Technologies.* – Vol. 12, No. 7, 2023.

