

Nagy Zoltán András*: Kvantumszámítógépek lehetőségei a jogi eljárásokban és a honvédelemben

Absztrakt

A kvantum jelenségről még Max Planck, német fizikus állított fel hipotézist 1900-ben, azonban a jelenség igazolására hosszú évtizedekre volt szükség. Az 1980-as években a kvantumtechnika számításokra való felfedezése indította el a kvantum-számítógépek megépítését. A kvantumtechnológiákban rejlő lehetőségek példátlanok; fizikai, kémiai és biológiai kísérletek szimulálhatók, logisztikai és pénzügyi folyamatok optimalizálhatók, biztonságos és gyorsabb kommunikációt ígérnek. A nagytömegű adatfeldolgozás gyorsasága, komplexitása, titkosságának megőrzése olyan előre látható előnyök, amelyek miatt a jogalkalmazásban is szükséges lesz a kvantumszámítógépek alkalmazása. A tanulmány számba veszi, hogy melyik jogágban milyen lehetőségei vannak a kvantumszámítógépeknek, külön kiemelve a honvédelmet, ahol a kvantumszámítógépek a modern fegyvereket segítő eszközei.

Kulcsszavak: *kvantumfizika, kvantumszámítógépek, szuperpozíció, biztonság*

Abstract

Max Planck, a German physicist, hypothesized about the quantum phenomenon in 1900, but it took many decades to verify the phenomenon. In the 1980s, the possibilities of quantum technology for calculations started the construction of quantum computers. The possibilities of quantum technology are unprecedented; physical, chemical and biological experiments can be simulated, logistical and financial processes can be optimized, secure and faster communication is promised. The speed, complexity, and confidentiality of large-scale data processing are foreseeable advantages that will make it necessary to use quantum computers in legal proceedings. The study takes into account the potential of quantum computers in the legal process, and specifically mentions national defense as it a tool of modern warfare.

Keywords: *quantumphysics, quantum computer, superposition, security*

A kvantum hipotézistől a kvantumszámítógépekig

A kvantumszámítógépek működése a kvantumfizikán alapul. A hagyományos és a kvantumfizika közötti különbséget abban ragadhatjuk meg, hogy amíg a hagyományos fizika a makroszkopikus objektumok tulajdonságait, mozgását vizsgálja. A klasszikus mechanikán alapul, és szigorúan betartja az ok-okozati törvényeket, amelyeket mindennapi életünkben megfigyelünk.

A kvantumfizika ezzel szemben az a tudományág, amely olyan apró részecskék viselkedését vizsgálja, mint az atomok, elektronok és fotonok. A kvantummechanikai törvények általában

* Nagy Zoltán András Dr., PhD., egyetemi docens, Nemzeti Közszerződési Egyetem Rendészettudományi Kar, Bűnügyi-, Gazdaságvédelmi-, Kiberbűnözés Elleni Tanszék., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6888-9059>, nagy.zoltan.andras@uni-nke.hu

nem engedelmeskedik a fizika általunk megszokott klasszikus törvényeinek. Ehelyett valószínűségi előrejelzéseket használ a szubatomi részecskék viselkedésének leírására.

A tudománytörténetben merész vélemény egy-egy időponthoz, személyhez kötni a kezdeteket, így kvantumfizika esetében is ez – szükségtelen – vitára adhat okot.

Kiemelhető James Clerk Maxwell, aki – vélhetően nem előzmény nélkül – az elektromágneses sugárzás létét fedezte fel 19. század közepén. (Britannica Hung. 18. 2013, 209.)

A kvantumfizika a XX. században kezdődött és szinte mindennap hoz új meglepő felfedezést. Az ezredfordulón Max Planck ismertette hipotetikus feltevését a kvantumokról (Kaku, 2023) Planck és fizikus társa kísérletei kimutatták, hogy a fény és más energiaformák viselkedése nem minden részletében magyarázható meg a klasszikus fizika tételei alapján. Planck szerint a fény csak "kvantumokban" létezhet.

Niels Bohr 1913-ban papírra vetett modellje azon az elgondoláson alapult, hogy az elektronok meghatározott pályákon lehetnek az atommag körül, (Britannica Hung. 3. 2012, 386.)

Az 1920-as években számos fizikus, köztük Werner Heisenberg (Britannica Hung. 13. 2013, 331.) szerint nem tudjuk egy részecske bizonyos megfigyelhető változóit tetszőleges pontossággal megmérni azonos pillanatban, még elvileg sem; például nem mérhető meg egyszerre egy részecske helye és lendülete, dinamizmusa tetszőleges pontossággal

Erwin Schrödinger (Britannica Hung. 22. 2013, 334.) és Max Born (Britannica Hung. 2. 2012, 386.) bonyolult matematikai képletekkel igyekeztek leírni a részecskék atomi szintű viselkedését, mozgását.

Schrödinger hullámfüggvényt használt egyenletéhez, Heisenberg más utakon indult el módszerét mátrixmechanikának vagy hullámmechanikának nevezték el (Zettili, 2009, 79.). Schrödinger dobozba zárt macska elméleti példázatával érzékeltette azt a bizonytalanságot, ami a részecskék némely tulajdonságaira, így például azok abszolút pontos helyzetére és mozgására vonatkozik. (Lewis, 2004)

Bár a kvantumokról szóló hipotézis már a XX. század, de a kvantumszámítógépek létrehozásának az ötlete sok-sok évtizeddel később merült fel. Richard Feynman az 1970-es években felvetette a kvantum technológiai számításokra történő felhasználását (Murray, 2023, 4).

Peter Shor egy olyan algoritmust talált ki 1994-ben, amely hatékonyan képes nagy számokat faktorálni, visszafejteni, amellyel bonyolult titkosítások feloldhatók, megfejthetők. Visszafejthető nagy számok szorzatában a szorzó és a szorzandó. Ez fontos felfedezés, fejlesztés volt, amely előre vetítette a kvantumszámítógépek lehetséges gyakorlati alkalmazását, egyben veszélyét. (Murray, 2023, 4).

Az 1990-es évek végén számos kísérleti kvantumszámítógépet építettek, köztük az IBM és a Kaliforniai Egyetem Berkeley-ben. Ezek az eszközök azonban korlátozottak voltak a funkcionalitásukban, és csak kis számú kvantumbittel (qubittel) rendelkeztek.

Az Egyesült Államokbeli Los Alamos-i National Laboratory kutatói 2000-ben megépítették az első hét qubites számítógépet, és sikeresen le tudtak futtatni egy egyszerű algoritmust, amely négy rejtett érték jelenlétét tesztelte. Ez azt mutatta, hogy a kvantumszámítást az elméleten túl a gyakorlatban is működik. Számos technológiai vállalat – köztük az IBM, a Google és a Microsoft – fektet be nagy pénzeket a kvantumszámítógépek fejlesztésébe. 2016-ban az IBM kiadott egy öt qubites kvantumszámítógépet, amelyet felhő (cloud computing services) alapú platformon keresztül tettek elérhetővé a kutatók és fejlesztők számára.

2019 októberében a Google bejelentése arról szólt, hogy a "Sycamore" nevű 53 qubit-es kvantumszámítógépével "kvantumfölényt" ért el. azaz már meghaladja a legerősebb „klasszikus” számítógépek képességeit.

A kvantumszámítógépek előre vetíthető *előnyei*:

1. Míg a hagyományos számítógép alapegysége a bit, ami „0” vagy „1” értéket jelöl, attól függően, hogy van-e áram vagy nincs (nyitva vannak-e a tranzisztorok vagy sem), addig a kvantumszámítógép alapegysége a qubit, ami „0” és „1”, azaz mindkét alapértéket jelenti (szuperpozíció). A szuperpozíció az észleléssel, méréssel stb. bomlik fel, addig azonban mindkét értéket kifejezi. A szuperpozíció előnyét kihasználva egyszerre több számítást is tudnak végezni, vagyis sokkal rövidebb idő alatt képesek több paraméterrel is rendkívül összetett problémákat kezelni a kvantum számítógépek. Nem beszélve az energiaköltségek megtakarításáról.

A kvantumszámítógép a qubiteket használja a többdimenziós algoritmus futtatásához. Meghökkenéssel olvashatjuk azt, hogy az a művelet, amit egy hagyományos számítógépnek 1000 év alatt képes elvégezni, az egy kvantumszámítógépnek csupán 1 másodperc. (Moton, 2022, 26.). Ha a konkrét számokra hitetlenkedve is nézünk, de az arányok valósága lenyűgöző.

2. A kvantumszámítógépek sokkal gyorsabban képesek összetett matematikai problémákat megoldani, mint a klasszikus számítógépek, így ideálisak olyan feladatokhoz, mint a kémiai (például gyógyszervegyészeti), fizikai, biológiai, gyógyszervegyészeti reakciókban végbemenő molekuláris kölcsönhatások szimulálására, a pénzügyi portfóliók, a logisztikai, termelési folyamatok és más tevékenységek optimalizálására és a célzott titkosítások feltörésére.

Felgyorsulhat a betegségek, azok hátterének azonosítása, a gyógyszerek optimalizálása a mai klasszikus módszereknél gyorsabban és pontosabban. Ez hatékonyabb kezelési módok kifejlesztéséhez vezethet. (Murray, 2023, 7.).

3. Másik oldalról tekintve viszont a kvantumszámítógépek kvantumkriptográfia segítségével tudják titkosítani a számítástechnikai rendszert és adatokat és ezt a titkosítást kvantumszámítógéppel lesznek képesek feltörni, a klasszikus számítógépekkel szinte lehetetlen lesz feltörni. (Murray, 2023, 101.).

Kvantumszámítógép titkosítását kvantumszámítógéppel tűnik lehetségesnek.

A kvantumszámítógépek alkalmazásának potenciális hátrányai:

1. Felerősödik a fegyverkezési verseny, most nem Ororszország és az Egyesült Államok vezette nyugati világ között, mint a hidegháború idején.
Jelenleg Kína és az Egyesült Államok fejlesztési versengenek. Kanada kivételével más országok, így Oroszország, sőt az Európai Unió ebben a vetélkedésben lemaradtak...eddig. A kvantumszámítógépeknek a hadviselésben betöltött szerepe, előnyei diktálják (kényszerítik ki) a rendkívül nagy anyagi és humán erőforrásokat igénylő fejlesztéseket.
2. A kvantumszámítógépek egyik fejlesztési iránya a hélium alapú hűtés.
Ha marad ez a fejlesztési tendencia, akkor az ivóvíz, az élelmiszer, az üzemanyagként szóba jöhető hidrogén mellett a héliumért is erősödni fog a versengés.
3. A fejlesztések jelenleg kísérleti fázisban vannak. A kvantumszámítógépek költségesek, létrehozásuk, üzemeltetésük és karbantartásuk ma még bonyolult mérnöki, informatikai feladat. De gondoljuk arra, hogy a hagyományos számítógépek is a ruhásszekrény nagyságú gépektől jutott el a pendrive méretig vagy a rádiócsövektől a „lábakon álló” tranzisztorokon át az apró chipre miniaturizált tranzisztorokig. A chipre további kicsinyítése miatt vált szükségessé a szubatomi részecskék felé fordulni. A pendrive méret működtetéséhez kell

képernyő, külső tároló, esetleg billentyűzet, ha a monitoron nem jelennek meg a betűk, számok.

Némi visszafogott szarkazmust sem nélkülöző, ám nagyon is reális szemlélettel mondjuk, hogy ami a hadiiparban, a honvédelemben előnyös eszköz, technológia (számítógépek, GPS, mélytengeri búvárkodás stb.), azok fejlesztési felgyorsulnak, mert szellemi - anyagi háttérük biztosított. Márpedig a kvantumszámítógépek, kvantumszámítások a honvédelemben is rendkívüli prioritást élveznek (a helyszínen rendelkezésre álló haderő optimalizálása, a lehetséges kimenetek modellezése, az ellenség számítástechnikai rendszereinek, kommunikációjának feltörése stb.)

4. A kvantumszámítógépek csak meghatározott feladatok elvégzésére alkalmasak, általános célú számítástechnikában a hagyományos számítógépek továbbra is jobbak maradnak.
5. Mivel a kvantum számítógép feltörheti a hagyományos titkosítási módszereket, amelyeket az érzékeny kommunikáció és adatok védelmére használnak. A kvantumszámítógép a kémkedés eszköze is lehet.
6. A kvantumszámítógépek nagyon érzékenyek a külső interferenciára. Minden hő- és fényforrástól el kell különíteni, rázkódástól óvni szükséges a megfelelő működésükhöz.
7. Aggodalomra ad okot, hogy a kvantumszámítógépek megzavarhatják a meglévő iparágakat és gazdaságokat, mivel a hagyományos számítógépeknél hatékonyabban tudnak összetett számításokat és szimulációkat végezni. Ez munkahelyek megszűnéséhez vezethet bizonyos ágazatokban, és jelentős kiigazításokat tehet szükségessé az üzleti modellekben és az infrastruktúrában.
8. Fennáll annak a veszélye is, hogy a kvantumszámítógépeket rossz, nemtelen célokra használják fel, például számítógépes rendszerek feltörésére vagy új, nagy teljesítményű fegyverek létrehozására.
9. A fejlett kvantumszámítási technológiával rendelkező kormányok és szervezetek jelentős előnyt élvezhetnek másokkal szemben, ami aggodalmakat vet fel a globális hatalomdinamikával és az esetleges konfliktusokkal kapcsolatban (Expert Panel, Forbes, 2022.).

Mindezzel együtt nem valószínű, hogy a kvantumszámítógépek belátható időn belül és teljesen felváltják a hagyományos számítógépeket, mivel más problémakör megoldására tervezték őket. A kvantumszámítógépek bizonyos feladatokban felülmúlják a klasszikus számítógépeket, ezt nevezük kvantumfölénynek.

Ugyanakkor - jelenleg - korlátai vannak megépítésüknek, majd képességeik bővítésének.

Ezenkívül a hagyományos számítógépek továbbra is nélkülözhetetlen lesznek számos olyan feladat elvégzésében, amelyekre a kvantumszámítógépek nem alkalmasak, mint például a mindennapi asztali alkalmazások futtatása (például szöveg- és táblázatszerkesztés, médiatartalmak kezelése stb.), nem szólva a két eszköz közötti árkülönbségről.

Egyre nagyobb az érdeklődés az AI vagy MI és a kvantumszámítástechnika metszéspontja iránt, mivel mindkét technológia forradalmasíthatja a számítási képességeket. A kvantumszámítógépek egyedi tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek jelentősen javíthatják az AI vagy MI algoritmusokat, különösen a gépi tanulás terén, gyorsabban és pontosabban lehet gépi tanulási modelleket betanítani.

A mesterséges intelligencia és a kvantumszámítástechnika kombinációja nagy ígéretekkel kecsegtet, ugyanakkor gondos odafigyelést igényel annak biztosítása érdekében, hogy mindkét technológia felelősségteljes és etikus módon kerüljön fejlesztésre.

Összegezve, a biológiai, a fizikai, a kémiai (például gyógyszervegyészetben) e folyamatok optimalizálása, szimulációja során egyszerre több folyamat, többféle kimenetének létrehozása.

A világban végbemenő technológiák fejlődésének ütemét jelzi az, hogy a különböző ipari forradalmak közötti időintervallum csökken, míg az első és második ipari forradalom között kb. 70 év, addig a harmadik és negyedik ipari forradalom közötti időintervallum kb. három évtized. Ez feltétlen gondolkodásra kell(ene), hogy kényszerítse az oktatás, technológia fejlesztés illetékeseit.

A kutatási - fejlesztési erőfeszítések növelésére, ezek pénzügyi támogatására, a nem múltba néző, hanem a jövő igényeire fókuszáló modern oktatás megteremtésének elemi szükségszerűségére hazánkban és a velünk azonos értékeket valló országokban.

Expresszsvonat sebességével halad előre a technológia minden területen, nem kellene távolról figyelni az tovatűnő vonatot.

Kvantumszámítógépek lehetőségei a jogalkalmazásban

A kvantumszámítógépek – fentebb látható – már előrelátható előnyeit a jogalkalmazásban történő alkalmazása is a fejlesztés szükségszerű iránya lesz, elegendő a napjainkat jellemző óriási és egyre növekvő adatbázisok kezelésére vagy az adat- és rendszerbiztonságra utalni.

Külön terület a honvédelem, ahol a kvantumszámítógépek számos lehetőséget mutat alkalmazásra és egyben a sikeres honvédelmet és a konkrét hadműveletet megalapozza.

Előbb példálódzva nézzünk néhány jogágot, ahol

Közigazgatás

A közigazgatás egy széles terület, amely magában foglalja a kormányzati szerveket, közintézményeket és nonprofit szervezeteket, amelyek mindegyike felelős az állampolgárok számára nyújtott különféle szolgáltatásokért. A kvantumszámítási technológia forradalmasíthatja a közigazgatás működését azáltal, hogy gyorsabb, pontosabb és hatékonyabb adatelemzést, modellezést, hatástanulmány (szimuláció) elkészítését teszi lehetővé.

A kvantumszámítástechnika egyik elsődleges előnye a közigazgatás számára a hatalmas adatmennyiség kezelésének képessége. Mivel a közintézmények gyakran nagy és összetett adatkészletekkel foglalkoznak, a kvantumszámítógépek hatékonyabban elemezhetők az adatok, trendek és minták azonosíthatók. Például a kormányzati szervek felhasználhatják a kvantumszámítástechnika által biztosított adatelemzést a társadalmi alrendszerek tervezésére, a különböző demográfiai csoportok közötti életviszonyok (iskolázottság, anyagi helyzet, lakhatási-, szociális, egészségügyi körülményeinek vagy éppen mindezek hiányának) áttekintésére, e folyamatok időbeli változásának hatására, továbbá az energiafelhasználás elemzésére, megoldási javaslatok, költségek stb. előrevetítésére a lakossági energiafogyasztásban, valamint az állami fejlesztési források, azok hatékonyságának bemutatására, e körben felmerülő visszásságok, a különböző források felhasználásával elkövetett csalások, azok kárértékeinek azonosítására és más fontos mutatószámok, összefüggések feltárására.

Egy másik előnye a kvantumszámításnak, hogy hatékonyabb modelleket és szimulációkat tud előállítani. Ez különösen hasznos lehet a közrend, a közegészségügy és a katasztrófa-elhárítási tervezés során. Az eredmények előrejelzésének és a jövőbeli forgatókönyvek pontosabb és gyorsabb felmérésének képessége hatékonyabb döntésekhez és eredményorientált politikákhoz vezethet.

A közigazgatásban is egyre nagyobb az igény az adatbiztonságra, a magánélet védelmére és a titkosításra. A kvantumszámítógépek ezen a területen is potenciális előnyöket kínálnak. A kvantumszámítógépek nagymértékben javíthatják a kriptográfiai mechanizmusokat azáltal, hogy

új modelleket kínálnak az üzenetek titkosítására és visszafejtésére, valamint olyan hibajavító protokollokat, amelyek alkalmasak a minősített információk védelmére.

Mindazonáltal, mint minden technológia esetében, annak elfogadása is kihívása, beleértve a megvalósíthatóságot, a megfizethetőséget, valamint az etikai és társadalmi megfontolásokat, nem utolsó sorban a kvantumgépek – már megtapasztalt – gyorsaságának, ami szintén alkalmazkodást, újfajta munkaszervezést igényel.

A büntető- és szabálysértési eljárások

A kvantumszámítógépek számos kulcsfontosságú területen jelentős mértékben javíthatják a rendőrség végrehajtási képességeit.

Az egyik potenciális terület ugyancsak, a nagy adathalmazok, például a bűnügyi adatbázisok vagy a különböző intézményi, utcai és másutt felszerelt webkamerák felvételeinek gyors elemzésére, a hatóság által összegyűjtött bizonyítékokkal együttes elemzésükre.

A kvantumszámítógépek adatelemzési lehetőségeik révén optimalizálhatják a döntéshozatali folyamatokat, lehetővé téve a rendőrségi végrehajtó szervek számára, hogy gyorsabban és hatékonyabban azonosítsák a lehetséges fenyegetéseket, a potenciális célpontokat.

A mesterséges intelligencia prediktív funkcióját segíti a rendkívül rövid idő alatt történő adattömeg rendszerzését, áttekintését, megjelenítését. Részletes előrejelzés készíthető a bűncselekmény elkövetésének potenciális helyszínére, módjára, idejére, a elkövetőkre

Egy másik terület, ahol a kvantumszámítás hasznos lehet, a kiberbiztonság és a titkosított kommunikáció. A kvantumszámítástechnika egyedülálló képessége, hogy egyidejűleg végez számításokat, képességével jó eséllyel feltörheti a bűnözők vagy terroristák által használt összetett titkosítási kódokat, például a kutatás során fellelt számítógépek belépési azonosítóit, feltérképezheti, a „forró nyomon” üldözéshez hasonlóan nyomon követheti a bűncselekményből származó pénzmozgások irányát, az OSINT, a profilalkotás, majd a nyomozási verzió felállításában segítséget nyújt. A bűnjelek, más nyomok elemzésében is a gyorsaság, a szimuláció fontos szerepet kaphat.

Ez a továbbfejlesztett kiberbiztonsági képesség megnehezítheti a bűnözők észrevétlen működését, és fokozhatja az általános nemzetbiztonságot.

Fontos azonban figyelembe venni, hogy a kvantumszámítástechnika használata a rendőrségi végrehajtás során a magánélet és a polgári szabadságjogok tekintetében is aggályokat vet fel. Például, ha kvantumszámítógépeket használnak a személyes adatok nagy adathalmazainak elemzésére, fennáll annak a veszélye, hogy megsértik az egyének magánéletét, vagy visszaélhetnek az adatokkal. Ezért fontos átgondolni, hogy az új technológiákat felelősségteljes és etikus módon fejlesztik és hajtják végre, olyan szabályozásokkal, amelyek biztosítják az átláthatóságot, az elszámoltathatóságot és az egyének jogainak védelmét.

Vámeljárások

A kvantumszámítógépek potenciálisan javíthatják a vámhivatalok képességeit a vám- és határellenőrzéssel kapcsolatos számos kulcsfontosságú területen.

A kvantumszámítógépek alkalmazásának előnye, ahogy a fentiekben is megjelöltük az adatkezelés gyorsasága, például a teherszállítási jegyzékekkel, vámáruk érkeztetésével kapcsolatos hatalmas mennyiségű adatok kapcsán és a legalább ennyire fontos a potenciális biztonsági kockázatok azonosítása.

A vámhivatalok kvantumszámítógépet használhatnának a több forrásból származó adatok elemzésére és az anomáliák felderítésére, javítva a határokon végzett tiltott kereskedelmi tevékenységek azonosítására és megelőzésére irányuló képességüket.

A kvantumszámítás egy másik lehetséges alkalmazása a vámhivatalokban a röntgen-szűrés sebességének és pontosságának javítása, valamint a csempészett áruk, például kábítószer, fegyverek vagy más illegális tárgyak észlelésére használt egyéb szkennelési technológiák. Gondoljunk a Kínából érkező áruk tömegességére, a kábítószer egyre szofisztikáltabb elrejtésére a küldeményekben (fürdőszobákban, más kozmetikai szerekben vagy a különböző lezárt tárgyakban stb.)

A kvantumszámítógépek összetett számítások és szimulációk másodperceken belüli végrehajtásával segíthetnek gyorsan és pontosan azonosítani a fenyegetéseket, és támogatják a vámügynökök tájékozottabb döntéshozatalát.

A kvantumszámítástechnika vámhivatalokban történő használata szintén aggályokat vet fel a magánélet és az adatvédelem területén. Továbbá az alaptalan megfigyelés és profilalkotás kockázatával kapcsolatban.

Mind a büntetőjogi-, szabálysértési, mind a vámeljáráásokban gondosan mérlegelni kell e technológiák etikai, jogi és társadalmi vonatkozásait a felelős és elszámoltatható (transzparens) használat biztosítása érdekében.

Katonai felhasználás

Más területekhez hasonlóan a honvédség is egyre nagyobb érdeklődést mutatott, mutat a kvantumszámítástechnika iránt. A technológia jelentős előnyöket kínál az adatfeldolgozás, a kommunikáció, a titkosítás, a rakéták, vadászrepülőgépek célravezetés terén, amelyek mind-mind a modern katonai műveletekben szerephez jutnak.

A kvantumszámítás egyik lehetséges felhasználási módja a hadseregben az összetett rendszerek szimulációja és az eredmények előrejelzése.

A harctéri cselekmények esetében a szimulációnak, a veszteségek minimalizálásában döntő szerep jut a kvantumszámítógépeknek.

A hatalmas mennyiségű adat gyors és pontos feldolgozásának képességével a kvantumszámítógépek drasztikusan csökkenthetik a katonai személyzet képzési szimulációinak idejét és költségeit. Ez javíthatja a felkészültséget és csökkentheti a valós forgatókönyvek kockázatát.

Az adatfeldolgozást jelentősen segítő kvantumszámítás a harctéri autonóm járművek és drónok célravezetésében fontos, mivel hatékonyabb térképészeti és navigációs eszközként vehető igénybe. A kvantumszámításból származó technikai vívmányok hozzájárulhatnak a haditechnikában használt mesterséges intelligencia tanulási képességéhez, biztonságához.

Egy másik alkalmazás a kvantumkommunikáció, egyfelől az ellenség kommunikációja feltörésére teendő kísérletek, másfelől a titkosított kommunikáció a hadseregben belül. E két terület szorosan összefügg és erre mindkét fél fel lesz készülve. A kvantumszámítógépek képesek új titkosítási módszerek kifejlesztésére és a meglévők feltörésére, ami jelentős előnyt jelent a katonai kommunikáció számára. Ez segíthet a biztonságos kommunikáció biztosításában a hírszerzéshez és a hadművelati biztonság fenntartásához a csapatok között. (Krelina, 2021).

Összefoglalva a katonai alkalmazás lehetőségét:

A honvédelem területén várható előnyök – a korábban említettek kiemelésével – megjelenhetnek:

1. A továbbfejlesztett titkosításban. A kvantumszámítógép biztonságosabb titkosítási módszereket tesz lehetővé, amelyeket gyakorlatilag lehetetlen feltörni. Persze még kísérleti szakban vannak a kvantumtitkosítások feltörése kvantumszámítógéppel.
2. A fenyegetések gyorsabb észlelése, visszakövetése: A kvantumszámítógép segíthet gyorsabban azonosítani a fenyegetéseket, és hatékonyabban reagálhat rájuk, így megelőzheti az adatszivárgást és más kibertámadásokat.
3. Speciális gépi tanulás: A kvantumszámítástechika felhasználható a gépi tanulási algoritmusok fejlesztésére, segítve a fenyegetések valós idejű azonosítását és megelőzését.
4. Kihhasználhatják az elavult titkosítást. Egyes jelenleg használt titkosítási módszerek elavulhatnak, amint a kvantumszámítástechika egyre elterjedtebbé válik, és potenciálisan sebezhetővé teheti az érzékeny adatokat.
5. A kvantumkibertámadások elleni védelem bonyolultabb és költségesebb kiberbiztonsági intézkedéseket igényelhet, amelyek meghaladják egyes szervezetek lehetőségeit.

Tegyük hozzá, hogy a hadviselésben a modern technológia eszközök és azok alkalmazásának készsége alapfeltételek. Ám a harcértéknek, mint katonai hatásosságnak csak az egyik tényezője a rendelkezésre álló fegyverzet és felszerelés minősége, illetve ezek alkalmazásának készsége a katonák által. Az alakulatok irányításának és a műveletek végrehajtásának képessége másik alapvető eleme a harcértéknek.

A technológia fölény tehát fontos, de nem egyetlen mutatója a harcértéknek, ezt a fejlett technikai – technológia eszközöket ellensúlyozhatja az ellenség hadseregének létszámbeli fölénye, a katonák harci morálja továbbá egyéb asszimetriát jelentő tényező, mint például irreguláris katonai alakulatok aktivitása.

Összegzés

A kvantumszámítógépek fejlesztése az elmúlt néhány évtized vívmánya. Fejlesztését a hadüipar, több más iparág (például a gyógyszeripar, autóipar) szükségletei ösztönzik. A folyamat megállíthatatlanul robog előre.

Az adatfeldolgozás gyorsasága, a több irányú komplex kutatás, a szimuláció és a fejlesztés során más felfedezendő lehetőség több előnnyel kecsegtet. Ugyanakkor ezek az előnyök – *vica-versa* – felhasználhatók nemtelen célokra is.

A kvantum számítógépek építésére – jelenleg – csak az erőforrásokban gazdag országok képesek.

A modern technológiák oktatása, a célzott finanszírozású kutatás-fejlesztés fontossága elvitathatatlan.

Irodalomjegyzék

- [1.] Britannica Hungarica (2012, 2013.), (Nádori Attila – főszerkesztő). Kossuth Kiadó.
- [2.] Kaku, M. (2023). Quantum Supremacy: How the Quantum Computer Revolution Will Change Everything. Doubleday & Co.
- [3.] Lewis, D. (2004). How Many Lives Has Schrodinger's Cat? Australasian journal of philosophy 82(1), 3-22. <https://doi.org/10.1080/713659793>
- [4.] Moton, G. (2022). The Simplified Guide to Quantum Computing for You and Everyone. Independently published.
- [5.] Murray, B. (2023). Quantum Computing, Independently published.

[6.] Zettili, N. (2009). Quantum Mechanics and Applications. John Wiley & Sons.

Internetes hivatkozások:

[1.] Expert Panel, Forbes (2022)

<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/11/08/13-risks-that-come-with-the-growing-power-of-quantum-computing/> (Letöltés dátuma: 2023. 05. 20.)

[2.] Krelina, M. (2021) Quantum technology for military applications.

<https://epjquantumtechnology.springeropen.com/articles/10.1140/epjqt/s40507-021-00113-y> (Letöltés dátuma: 2023. 05. 20.)

