

VEZA S KVANTNIM RAČUNALOM

Kubiti postaju poput struje i plina

TEHNOLOGIJS

Famozno kvantno računalo, koje bi trebalo popraviti svijet i ubrzati poslovne procese i razvoj općenito, neće tako brzo stići u Hrvatsku, ali domaći istraživači i studenti već ga upotrebljavaju. Konkretno, spajaju se na IBM-ov sustav. Umjesto u pogonima i radnim sobama vjerojatnije je da će kvantna računala završiti u podatkovnim centrima i kao što se danas crpi energija iz elektrana ili skladišta plina, tako ćemo se koristiti i njihovim rezultatima

piše **KATA PRANIĆ**
kata.pranic@lider.media



U svijetu raste broj malih tvrtki koje se bave razvojem programskih rješenja namijenjenih kvantnim računalima, a i tvrtke u Hrvatskoj mogle bi se baviti razvojem kvantnog softvera

Među deset najvažnijih tehnologija u nastajanju časopis Scientific American još je 2017. stavio i kvantno računalstvo, a godinu kasnije i razvoj kvantnih algoritama. A ove su godine doprinos razvoju kvantnog računala dali i znanstvenici Sveučilišta u Bonnu koji su otkrili presudno kvantno ograničenje brzine. Studija Sveučilišta u Bonnu određuje minimalno vrijeme za složene kvantne operacije jer se čak i u svijetu najmanjih čestica s posebnim pravilima procesi ne mogu odvijati beskrajno brzo. Fizičari sa Sveučilišta u Bonnu pokazali su koja su ograničenja brzine za složene kvantne operacije, a osim njih u istraživanju su sudjelovali i znanstvenici s MIT-a, sveučilišta u Hamburgu, Kölnu i Padovi te s Jülich Research Centra. Da brzina kvantnog procesa ovisi o energetskej nesigurnosti, odnosno o tome koliko je manipulirana čestica 'slobodna' u odnosu na svoja moguća energetska stanja – što više energetske slobode ima, to je brža, još prije šezdeset godina tvrdili su ruski fizičari **Leonid Mandelstam** i **Igor Tamm**. No bonski znanstvenici otkrili su gdje je granica te brzine, a rezultati njihova istraživanja važni su za realizaciju kvantnih računala kakva već razvijaju velike tehnološke kompanije poput IBM-a, čijim će se prvim kvantnim računalom koristiti Klinika u Clevelandu.

Teško upravljivo

Zasad ne postoji mogućnost da kvantno računalo stigne u Hrvatsku, ali studenti Fakulteta za elektrotehniku i računarstvo (FER) Sveučilišta u Zagrebu mogu korištenjem *web-sučelja* IBM-ova sustava Q Experience pokrenuti svoj kvantni program i nakon svega nekoliko minuta imati uvid u rezultate njegova izvođenja na stvarnom kvantnom računalu i raspravljati o tome s kolegama. Razvoj kvantnih računala, kad je riječ o njihovoj fizičkoj izvedbi, može se promatrati na dvije razine, tvrdi dr. sc. **Saša Ilijić**, profesor iz FER-ova Zavoda za primijenjenu fiziku. Prema njegovim riječima, svaki eksperiment u fizici u kojem istraživačima polazi za rukom upravljati stanjem nekog sustava na njegovoj kvantnoj razini može se smatrati realizacijom kvantnog računala. Najjednostavniji sustav je kvantni bit, koji može biti realiziran, primjerice, orijentacijom spina jedne jedine čestice, stanjem polarizacije fotona ili energijskom razinom kvantnog oscilatora. Ali to što je sustav u teorijskom smislu jednostavan, ne znači da je lako upravljati njegovim stanjem. Jer istraživači često nailaze na velike teškoće u borbi s dekoherencijom, gubitkom kontrole nad stanjem sustava, najčešće zbog utjecaja okoline, koji nije moguće u potpunosti isključiti.

– Na razini stvarnog računala koje bi moglo izvoditi tzv. kvantne algoritme koji bi nam bili od

praktične važnosti, računalo bi moralo imati dovoljno velik broj kvantnih bitova koji bi morali moći međudjelovati na upravljiv način, a čitav sustav morao bi moći dovoljno dugo odolijevati dekoherenciji – objašnjava Ilijić.

Složeni uvjeti

Dodaje da se tehnologije koje se trenutno smatraju najperspektivnijima oslanjaju na supravodljive kvantne oscilatore i na fotone. – Za razvoj takvih strojeva potrebni su resursi kojima raspolažu isključivo velike kompanije kao što su IBM, Google, Rigetti, D-Wave, Honeywell... Neke od tih kompanija omogućile su korisnicima udaljeni pristup svojim računalima putem različitih programa pretplate, a posebno mjesto među njima zauzima IBM-ov sustav Q Experience, koji niz kvantnih računala čini dostupnim zainteresiranoj javnosti takoreći bez većih ograničenja, te tako i studentima FER-a – napominje Ilijić.

Naglašava da je trenutačno teško zamisliti da bismo kvantno računalo u skorije vrijeme mogli imati ili upotrebljavati kod kuće iz dva razloga. Prvi je činjenica da tehnologija koja se trenutno čini najperspektivnijom, a to su supravodljivi sklopovi, zahtijeva rad pri temperaturi koja je svega 15 mK (milikelvina) viša od temperature koju u fizici zovu apsolutnom nulom. Takve uvjete moguće je postići samo uz najsofisticiranije sustave za hlađenje koji sami za sebe izgledaju kao manje industrijsko postrojenje. Osim toga, kvantno računalo mora biti izolirano od elektromagnetskog utjecaja okoline tako da doslovno nijedan foton iz okoline u njega ne može ući. Takvim zahtjevima nije lako udovoljiti. Drugi razlog zbog kojeg nije izgledno da ćemo se kvantnim računalima koristiti kod kuće jest to da je zasad poznat relativno malen broj algoritama koji 'kvantnošću' nadilaze učinkovitost klasičnih algoritama.

Pitanje efikasnosti

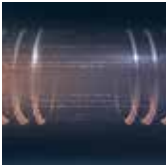
Problemi koje ti kvantni algoritmi rješavaju, objašnjava Ilijić, važni su, ali predstavljaju vrlo malen dio širokog spektra problema u čijem su rješavanju klasična računala vrlo efikasna. S druge strane, kvantna računala mogla bi 'ući' u naše domove na jedan posve drukčiji način.

– Moguće je da ćemo se u bliskoj budućnosti, možda već za desetak godina, naširoko koristiti rezultatima dobivenima kvantnim računalima. To bi se moglo očitovati u dostupnosti točnijih

Pokrenuti svoj kvantni program ne čini se više prekomplikirano. Velike tehnološke kompanije omogućile su udaljeni pristup svojim kvantnim računalima, strojevima koji počivaju na kubitima ili kvantnim bitovima, kvantnoj verziji klasičnoga binarnog bita



Dr. sc. Mario Stipčević, voditelj Laboratorija za fotoniku i kvantnu optiku Zavoda za eksperimentalnu fiziku i voditelj Znanstvenog centra izvrsnosti CEMS na Institutu Ruđer Bošković, objašnjava da će, primjerice, u području knjigovodstva kvantna računala biti nepotrebna i neisplativa, ali i da u nekim aspektima poput optimizacije logistike kao i u procesima proizvodnje novih lijekova, molekula ili materijala, kvantna računala već mogu pružiti velike prednosti



Kvantno ograničenje brzine koje su otkrili njemački znanstvenici utjecat će na brži razvoj kvantnih računala, koja su zasad vrlo skupa i imaju ih samo velike tehnološke kompanije te njihovo korištenje naplaćuju



vremenskih prognoza, kvalitetnijoj pretrazi interneta, pronalasku boljih lijekova ili novih materijala sa svojstvima prilagođenim specifičnim primjenama. U svim takvim i sličnim situacijama kvantna računala obavljala bi posao u adekvatno opremljenim računskim centrima, a kvaliteta našeg života bila bi unaprijeđena a da nužno nismo ni svjesni da je tome, između svega ostalog, pridonio i razvoj kvantnih računala – ističe Ilijić. Prema njegovim riječima, iako u Hrvatskoj ne postoji nijedan veliki razvojni centar s resursima kakvima raspolažu IBM ili Google, male i uspješne grupe istraživača koje djeluju na Institutu Ruđer Bošković ili na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu mogu pridonijeti dubljem razumijevanju problematike kvantnih računala, kao i razvoju konkretnih tehničkih rješenja potrebnih za njihovu implementaciju. Osim toga, profesor Ilijić dodaje da u svijetu raste broj malih tvrtki koje se bave razvojem programskih rješenja namijenjenih kvantnim računalima te da bi se i tvrtke u Hrvatskoj mogle baviti razvojem kvantnog softvera.

Isprva s pomoću oblaka

Kvantni fizičar dr. sc. Mario Stipčević, voditelj Laboratorija za fotoniku i kvantnu optiku Zavoda za eksperimentalnu fiziku i voditelj Znanstvenog centra izvrsnosti CEMS u Institutu 'Ruđer Bošković' i jedan od istraživača međunarodnog tima koji je otkrio kvantni internet, ističe da je teško predvidjeti kako će primjena kvantnih računala utjecati na poslovne procese, jednako kao što je ranih 80-ih godina prošloga stoljeća bilo nemoguće predvidjeti da će se uporaba računala uopće raširiti, iako su se u početku najviše upotrebljavala za knjigovodstvo i baze podataka velikih tvrtki. Mišljenja je da će, pri-

mjerice, u području knjigovodstva kvantna računala biti nepotrebna i neisplativa. Međutim, u nekim aspektima poput optimizacije logistike kao i u procesima proizvodnje novih lijekova, molekula ili materijala, kvantna računala već mogu pružiti znatne prednosti.

– Zbog vrlo visoke cijene, a posebice vrlo zahtjevnih uvjeta za smještaj kvantnih kompjutera, danas se smatra da će barem u prvom desetljeću ili desetljećima kvantna računala biti smještena u podatkovnim centrima i da će im se pristupati s pomoću *cloud*-servisa, i to po principu naplate utrošenih resursa, otprilike kao što plaćamo kilovat struje ili kubik plina, a da samo mjesto proizvodnje energenta nismo ni vidjeli niti nas zanima gdje se nalazi i kako funkcionira – objašnjava Stipčević.

Nedovoljno i dvjesto godina

Dodaje da je na načelnoj razini vrlo skeptičan da će univerzalno kvantno računalo upotrebljive točnosti ikada biti sagrađeno, čak ni za dvjesto milijuna godina neprekidnoga tehnološkog napretka.

– Iako bih volio da budem demantiran već sutra, za takvo što bio bi potreban potpuni odmak od sadašnje paradigme. Međutim, apsolutno sam uvjeren da će specijalizirana kvantna računala koja mogu obavljati samo vrlo uzak skup specifičnih zadataka, koji ne zahtijevaju veliku točnost, daleko brže od klasičnih računala postati cjenovno pristupačna za pet-deset godina – predviđa Stipčević. Dodaje da su se računala tog tipa već pojavila na tržištu, primjerice, računala kanadske tvrtke D-Wave, te da će glavni izvor financiranja razvoja takvih računala biti industrija koja može uvelike iskoristiti prednosti njihove moći u specifičnim primjenama. ■



Prvo IBM-ovo kvantno računalo izvan njegovih pogona, najavljeno je, bit će postavljeno u Cleveland Clinicu. Rezultat je to ove godine ugovorenoga 10-godišnjeg partnerstva između tehnološkog diva i klinike u Clevelandu radi primjene računalstva u oblaku visokih performansa i umjetne inteligencije za zdravstvenu zaštitu i istraživanje znanosti o životu



Dr. sc. Saša Ilijić, profesor iz Zavoda za primijenjenu fiziku Fakulteta za elektrotehniku i računarstvo (FER) Sveučilišta u Zagrebu, napominje da je trenutačno teško zamisliti da bismo kvantno računalo uskoro mogli imati kod kuće. Među ostalim, nije lako udovoljiti uvjetima potrebnima za njihov rad, a zasad je poznat i relativno malen broj algoritama koji 'kvantnošću' nadilaze učinkovitost klasičnih algoritama



IBM, Google, Rigetti, D-Wave i Honeywell među velikim su kompanijama koje su razvile kvantno računalo. Neke nude pretplaticima da ih upotrebljavaju na daljinu

Na putu prema putu prema razvoju kvantnog računalstva ove su godine velik korak napravili istraživači sa Sveučilišta u Bonnu – otkrili su presudno kvantno ograničenje brzine. Jedna je to od vijesti koje gotovo svakodnevno raspiruju teorije kako će se svijet popraviti kad kubiti uđu u praksu, kao što je odjeknulo otkriće kvantnog interneta u kojem su sudjelovali i fizičari iz Instituta 'Ruđer Bošković'. Kvantna računala pomalo izlaze iz radionica i pogona velikih tehnoloških kompanija i nalaze svoje mjesto u privatnom sektoru