JYX JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Heinosaari, Teiko

Title: Kvanttitietokone voi laskea minuutissa laskun, jota tavallinen tietokone laskee vuosisadan

Year: 2023

Version: Published version

Copyright: © Keskisuomalainen 2023

Rights: In Copyright

Rights url: http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en

Please cite the original version:

Heinosaari, T. (2023, 14.3.2023). Kvanttitietokone voi laskea minuutissa laskun, jota tavallinen tietokone laskee vuosisadan. Keskisuomalainen, .

Laskemisen uudet säännöt

Teiko Heinosaari

Tietokoneesta tulee kvanttia

Oletko jo kuullut kvanttilaskennasta? Tiedätkö mitä sillä tarkoitetaan? Pureskellaan yhdyssanan osia ensin erikseen. Sanasta 'laskenta' tulee mieleen yhteenlasku, esimerkiksi summan 73+152 laskeminen. Kahdesta annetusta luvusta leivotaan jotakin uutta ulos, joten laskemisessa on kyse tiedon käsittelystä. Laskemisella voidaan toki tarkoittaa ihmisen päättelyketjua, mutta tässä yhteydessä meitä kiinnostaa tietokoneen suorittama laskeminen. Tietokonehan on perimmäiseltä olemukseltaan ihmisen rakentama laite laskemista varten. Tietokone on rakennettu siten, että elektroniset komponentit toteuttavat alkeislaskutoimintoja, kuten yhteenlaskua, käyttäjän antamien komentojen mukaan. Käsitelty tieto tallennetaan haluttuun muistipaikkaan ja tätä jatketaan niin kauan kuin komentoja satelee. Suuresta määrästä tietokoneen suorittamia yksinkertaisia laskuja syntyy monimutkaisia toimintoja. Kaiken arkipäiväisen nettiselailun taustalla on valtava määrä tietokoneen suorittamaa laskentaa.

Etuliite 'kvantti' viittaa kvanttifysiikkaan. Fysiikan teoriana kvantti-fysiikka on 100-vuotias nuorukainen. Kvanttifysiikka lähti aluilleen, kun fyysikot pyrkivät ymmärtämään atomien ominaisuuksia ja huomasivat, että siihen tarvitaan kokonaan uusi fysiikan teoria. Fyysikoiden ponnisteluiden tuloksena syntyi kvanttimekaniikka. Kvanttimekaniikka osoitti voimansa, kun sitä käyttämällä onnistuttiin laskemaan materian ominaisuuksia. Samoja kvanttimekaniikan periaatteita seuraillen syntyi myöhemmin muun muassa kvantti-optiikka ja kvanttikenttäteoria. Kvanttifysiikka onkin nykyisin vähän kuin fysiikan teorioiden sukunimi

eli yhteinen nimittäjä monille erikoistuneemmille teorioille. Kvanttifysiikan perheestä on ehtinyt myös erkaantua omille teilleen fysiikan itsenäisiä osa-alueita, kuten hiukkasfysiikka. Kvanttisuvun sukujuhlille sekin silti oikeutetusti kutsutaan.

Kvanttitietokoneita on erilaisia, kuten soutuveneitäkin

Miten kvanttifysiikka ja laskeminen liittyvät toisiinsa? Nykyisin ihminen osaa rakentaa laitteita, jotka toimivat kvanttifysiikan lakien mukaisesti. Näissä laitteissa jokin palanen on ikään kuin keinotekoinen atomi tai atomin osa ja siten kvanttifysiikan piirissä. Kvanttitietokone on sellainen tietokone, jossa ainakin osa laitteistosta toimii kvanttifysiikkaa noudattaen. Käytännössä tämä tarkoittaa, että laitteen tietty osa, kvanttiprosessori, on huolellisesti eristetty, jäähdytetty erittäin kylmäksi ja sitä käsitellään hyvin tarkalla tavalla. Aivan viime vuosina on onnistuttu rakentamaan ensimmäiset kvanttitietokoneet, tai ehkä paremmin sanottuna kvanttitietokoneen rääpäleet. Suurempia laitteita, joilla voitaisiin laskea jotakin oikeasti hyödyllistä tai kiinnostavaa, joudutaan vielä odottamaan. Monella yrityksellä on tällainen hanke meneillään, ja uusista kehitysaskeleista raportoidaan tiuhaan. Täytyy vielä todeta, että nämä rakennushankkeet poikkeavat toisistaan aika paljonkin. Ei nimittäin ole yhtä tapaa tehdä kvanttitietokonetta, vaan eri yritykset rakentavat kvanttitietokoneita erilaisiin kvanttifysikaalisiin systeemeihin perustuen. Tämä on hiukan kuin soutuveneen valmistaminen eri tehtailla - yksi tekee veneen puusta, toinen metallista ja kolmas lasikuidusta. Lopputuotteet ovat käyttötarkoitukseltaan ja toiminnaltaan samanlaisia, mutta on niissä omat etunsa ja haittansa. Täysimittaisen kvanttitietokoneen rakentaminen on erittäin haastava koitos ja ei ole vielä selvillä mitkä hankkeet onnistuvat. Saattaa olla niin, että jokin tapa osoittautuu muita paremmaksi, tai sitten kvanttitietokoneita tulee olemaan erilaisia, kuten soutuveneitäkin.

Fysiikan lait määräävät tiedon käsittelyn säännöt

Mikä tekee kvanttilaskennasta erilaista kuin tavallisen tietokoneen suorittama laskenta? Tietokone ja kvanttitietokone tekevät samaa asiaa eli käsittelevät tietoa, ja niille voisi hyvinkin antaa vertailun vuoksi jonkin saman pitkän laskun laskettavaksi. Ero tulee siinä, että tietokoneen ja kvanttitietokoneen sisällä vallitsee erilaiset fysiikan lait. Tieto on aina kirjoitettuna johonkin fysikaaliseen systeemiin ja tuota systeemiä koskevat fysiikan lait määräävät sitten tiedon käsittelyn säännöt. Näin ollen kvantti-informaatiota, siis kvanttisysteemiin kirjoitettua tietoa, voidaan käsitellä toisenlaisella tavalla kuin tavallista informaatiota. Laskennan lopuksi täytyy kvanttisysteemille suorittaa mittaus, ja tällöin kvantti-informaatiosta tulee tavallista informaatiota, siis näytöllä näkyviä merkkijonoja.

Tomaattikeiton voi tehdä usealla eri tavalla

Tietokoneen käyttö johonkin tiettyyn tarkoitukseen perustuu algoritmeihin, jotka ovat ohjeita jonkin tehtävän suorittamiseen. Tyypillisesti jonkin tehtävän voi tehdä monella eri tavalla ja jokin tapa saattaa olla paras. Algoritmit ovatkin laskennassa samassa roolissa kuin reseptit ruoan laitossa. Tomaattikeiton voi tehdä usealla eri tavalla, mutta yksi resepti voi olla muita maukkaampi. Saman tehtävän suorittavien algoritmien paremmuus ratkaistaan sillä, miten vähän aikaa ja tilaa eli muistipaikkoja ne tehtävään käyttävät. Kvanttitietokone tarvitsee erityisiä kvanttialgoritmeja voidakseen hyötyä kvantti-informaation erilaisuudesta. Kvanttialgoritmi on myöskin algoritmi, mutta siinä laite ohjeistetaan tekemään jotakin 'kvanttimaista'. Ilman erityisiä kvanttialgoritmeja kvanttitietokone ei tee mitään tavallista tietokonetta paremmin. Itse asiassa se luultavasti tekisi samoja asioita paljon huonommin, sillä tavallinen tietokone on suunniteltu nimenomaan toteuttamaan tavallisia algoritmeja mahdollisimman hyvin ja on siinä hommassa erinomainen.

Kiertotien kautta tungoksen ohi

Olennaista kvanttitietokoneen toiminnassa on se, että syötetty tieto on laskennan välitilassa kvantti-informaation muodossa. Se antaa mahdollisuuden yrittää löytää uusia tapoja ratkaista vaikeita laskuja nopeammin. Tämä on vähän kuin koittaisi päästä kapeassa metro-käytävässä etenemään nopeasti mutta väentungos hidastaa kulkua. Sitten joku kertoo sivuoven kautta kulkevasta kiertotiestä, ja se auttaa ohittamaan tungoksen. Kvanttitietokone saattaa pystyä käyttämään laskennan oikoreittiä, kvanttialgoritmia, mihin tavallisella tietokoneella ei ole pääsyä. Sellaisen löytäminen ei ole kuitenkaan helppoa eikä ole edes takeita, että jotain tiettyä tehtävää varten olisi kvanttialgoritmi. Tällä hetkellä vaikuttaakin siltä, että kvanttilaskennasta tulee olemaan apua joihinkin massiivista laskentaa vaativiin tehtäviin, mutta ei suinkaan kaikkiin. Ääritapauksessa jokin lasku voi olla niin hankala tavalliselle tietokoneelle, ettei sitä pysty laskemaan edes vuosisadan aikana, mutta kvanttitietokone saattaa pystyä laskemaan saman laskun minuutissa. Nopea laskeminen ei siis tarkoita ainoastaan lyhyempää odottelua, vaan voi joissakin tapauksissa tehdä käytännössä mahdottomasta asiasta mahdollista. Kvanttilaskennan tutkimus tulee määrittelemään uudelleen sen, mitä on mahdollista laskea.

Kirjoitus on julkaistu Keskisuomalaisessa 14.3.2023